DIE NATURWISSENSCHAFTEN

1. Jahrgang. 21. Februar 1913. Heft 8.

Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Fünfundzwanzig Jahre ihrer Tätigkeit[1]).

1. Allgemeines.

Von Prof. Dr. Karl Scheel, Charlottenburg,
Mitglied der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Im Oktober des abgelaufenen Jahres konnte die Physikalisch-Technische Reichsanstalt auf ein 25-jähriges Bestehen zurückblicken.

Die Geschichte der Anstalt reicht bis in den Anfang der 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts. Zu jener Zeit setzte eine lebhafte Bewegung ein, welche darauf zielte, der alten präzisionsmechanischen Kunst, die in dem jungen Deutschen Reiche nicht mehr auf ihrer früheren Höhe zu stehen schien, eine besondere Förderung angedeihen zu lassen, um ihre Konkurrenzfähigkeit dem Auslande gegenüber zu erhöhen. Insbesondere waren es Prof. *Schellbach* und Prof. *Foerster,* die durch namhafte Gelehrte unterstützt, den damaligen Kronprinzen, späteren Kaiser Friedrich, für diese Bestrebungen zu interessieren wußten. Im Jahre 1873 berief Generalfeldmarschall Graf *von Moltke* als Vorsitzender des Zentraldirektoriums der Vermessungen im Preußischen Staate eine Fachkommission, deren „Vorschläge zur Hebung der wissenschaftlichen Mechanik und Instrumentenkunde" die Grundlage für eine im Jahre 1876 dem preußischen Abgeordnetenhause übergebene Denkschrift bildeten. Der Erfolg war, daß in Aussicht genommen wurde, ein preußisches Institut zur Hebung der Präzisionsmechanik zu gründen und beim Neubau der Technischen Hochschule in Charlottenburg die Bereitstellung der erforderlichen Räume vorzusehen.

Als im Jahre 1882 die Verhandlungen aufs neue aufgenommen wurden, hatten sich die Verhältnisse und damit auch die Wünsche der interessierten Kreise wesentlich geändert. Inzwischen waren nämlich alte Industrien, welche ihre Wurzeln in der Physik haben, zu neuer Entwicklung gelangt. Die optische Technik war unter der Führung *Abbes* auf dem Wege, neue große Erfolge zu erringen und der Entfaltung der zu ihr in nahen Beziehungen stehenden Glastechnik waren durch wissenschaftliche Untersuchungen auf optischem und thermischem Gebiete neue Bahnen gewiesen. Insbesondere aber verlangte die mächtig aufblühende Elektrotechnik die zu ihrer Erstarkung notwendig erscheinende staatliche Förderung.

So entstand der Gedanke, statt des preußischen Institutes zur Hebung der Präzisionsmechanik ein Reichsinstitut mit der Aufgabe zu gründen, sich in den Dienst der gesamten physikalischen Technik zu stellen. In einer Beziehung konnte der geplanten Anstalt die seit Gründung des Deutschen Reiches zum Reichsinstitut gewordene Kaiserliche Normal-Eichungs-Kommission als Vorbild dienen, welcher die Pflege des gesamten Maß- und Gewichtswesens im Reiche obliegt, und welche einem dringenden Bedürfnis Rechnung tragend sich bereits mit der Prüfung und Beglaubigung von Thermometern befaßte. In ähnlicher Weise mußte dem neuen Reichsinstitute die Aufgabe zufallen, Apparate und Meßinstrumente aus allen übrigen Gebieten der Physik für Industrie und Technik zu untersuchen und den Interessenten die Resultate der Untersuchung bekanntzugeben.

Doch damit nicht genug. Der neuen Anstalt sollte daneben noch eine weitere bedeutsame Aufgabe zugewiesen werden, wofür es damals an einem Vorbild überhaupt noch mangelte, die Aufgabe der freien physikalischen Forschung, die unbekümmert um die augenblicklichen Forderungen der Technik der reinen Wissenschaft lebt.

Die physikalische Forschung ist seit jeher in den physikalischen Laboratorien der Universitäten und später auch in den technischen Hochschulen heimisch gewesen, und die meisten bedeutenden Entdeckungen haben dort ihren Ursprung. Aber der Hochschulprofessor ist ja in erster Linie der Lehrer der Jugend, der er nicht nur die Kenntnis von Tatsachen, sondern auch die Fähigkeit, selbst zu forschen, vermitteln soll. So geht ein großer Teil seiner Kraft und Leistungsfähigkeit der eigenen Forschungsarbeit verloren. Außerdem sind Arbeitsräume und Arbeitsmittel in den physikalischen Hochschullaboratorien in erster Linie auf die Lehrtätigkeit des Professors zugeschnitten, und gar häufig muß eine Aufgabe, deren Verfolgung nötig und nützlich erscheint, aus diesem Grunde zurückgestellt werden. *Werner von Siemens* sagt hierüber in einem Schreiben vom 20. März 1884:

„Je tiefer die Wissenschaft in das geheime Walten der Naturkräfte eingedrungen ist, desto schwieriger sind die zu lösenden Aufgaben geworden, desto schärfer müssen die Prüfungsmethoden, desto exakter Messungen und Wägungen sein, durch welche die Natur selbst dem Forscher die Frage nach dem sie beherrschenden Gesetz beantwortet. Zur Anstellung entscheidender naturwissenschaftlicher Versuche gehören heute geeignete, gut gelegene und vor äußeren Störungen geschützte Räume, ausgezeichnete und kostspielige Instrumente und die vollständige Hingabe des mit allen Kenntnissen ausgerüsteten Gelehrten an die Lösung der unternommenen Aufgabe. Dazu sind die Lehrsäle und die Laboratorien der dem Lehrzwecke gewidmeten Universitäten und Schulanstalten nicht geeignet."

Über den Nutzen der gewünschten Organisation sagt *Werner von Siemens* im gleichen Schreiben folgendes: „Dem Reiche würden aus einer naturwissenschaftlichen Arbeitsstätte, wie sie geplant ist, sowohl materielle wie ideelle Vorteile von großem Gewicht erwachsen. Bei dem jetzt so lebhaft geführten Kon-

[1]) Mit diesem Aufsatz beginnt die Veröffentlichung einer Serie von 4 Berichten über die Tätigkeit der Reichsanstalt. Die Schriftleitung.

kurrenzkampfe der Völker hat *das* Land ein entschiedenes Übergewicht, welches neue Bahnen zuerst betritt und die auf dieselben zu gründenden Industriezweige zuerst ausbildet. Fast ohne Ausnahme sind es neue naturwissenschaftliche Entdeckungen, oft sehr unscheinbarer Art, welche solche neue Bahnen eröffnen und wichtige Industriezweige neu erschaffen oder neu beleben. Ob die Aufdeckung einer neuen naturwissenschaftlichen Tatsache technisch verwertbar ist, ergibt sich in der Regel erst nach ihrer vollständigen systematischen Bearbeitung, d. h. oft erst nach längerer Zeit. Darum darf der wissenschaftliche Fortschritt nicht von materiellen Interessen abhängig gemacht werden. Die moderne Kultur beruht auf der Herrschaft des Menschen über die Naturkräfte, und jedes neu erkannte Naturgesetz vergrößert diese Herrschaft und damit die höchsten Güter unseres Geschlechts! Seit durch das Patentgesetz das Erfindungseigentum im Deutschen Reiche geschützt ist und durch die deutschen Unterrichtsanstalten wissenschaftliche und technische Bildung weit verbreitet sind, fehlt es nicht an Kräften und Mitteln zur technischen Verwertung wissenschaftlicher Entdeckungen. Die Begünstigung der naturwissenschaftlichen Forschung ist daher in eminentem Grade eine Förderung der materiellen Interessen des Landes! Diese meist unbewußte Erkenntnis mag wesentlich dazu beitragen, daß die naturwissenschaftliche Entdeckung dem Lande, dem sie entstammt, überall zur hohen Ehre gereicht. Nicht die wissenschaftliche Bildung, sondern die wissenschaftliche Leistung weist einer Nation die Ehrenstellung unter den Kulturvölkern an. Es erscheint daher als eine Aufgabe des Reiches, die nötigen Einrichtungen zu treffen, um diese wissenschaftliche Leistung auf die Höhe zu bringen und auf derselben zu erhalten, welche der durchschnittlichen Bildung des Landes entspricht."

Das geplante Institut trat am 1. Oktober 1887 als Physikalisch-Technische Reichsanstalt, nach den beiden oben skizzierten Aufgaben in eine Technische und eine Physikalische Abteilung getrennt, ins Leben. Sie gehört zum Ressort des Reichsamts des Innern und untersteht einem Präsidenten, dessen erster *Hermann v. Helmholtz* war. Über jeder Abteilung steht ein Direktor; der Präsident ist gleichzeitig Direktor der Physikalischen Abteilung. Jede Abteilung wieder zerfällt entsprechend den großen Hauptgebieten der Physik in eine Anzahl von Laboratorien, in denen jetzt nahezu 50 wissenschaftliche Beamte und ein großes technisches Personal tätig sind. Ein Chemisches Laboratorium und eine den Zwecken der ganzen Anstalt dienende große mechanische Werkstatt sind der Technischen Abteilung angegliedert.

Die ersten Lebensjahre der Anstalt, in denen die Physikalische Abteilung in gemieteten Räumen ein bescheidenes Dasein fristete, die Technische Abteilung provisorisch Räume in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg inne hatte, war im wesentlichen der Organisation des Prüfungswesens gewidmet. Erst im Herbst 1890 konnte die Physikalische Abteilung ihr Dienstgebäude beziehen, das an der Marchstraße in Charlottenburg auf einem einschließlich des Straßenlandes etwa 20 000 qm großen, von *Werner von Siemens* der Reichsregierung geschenkten Gelände im Werte von einer halben Million Mark errichtet worden war. Die Neubauten der Technischen Abteilung wurden, nachdem das Grundstück durch Kauf um weitere 13 000 qm vergrößert war, erst im Jahre 1896 vollendet und bezogen. Die Hauptgebäude beider Abteilungen nebst mehreren Nebenbaulichkeiten (Wohnhäuser für den Präsidenten und den Direktor, Verwaltungsgebäude, Maschinenhaus usw.) nehmen jetzt das ganze durch Marchstraße, Guerickestraße, Werner - Siemens-Straße und Fraunhoferstraße begrenzte Gebiet inmitten eines Gartens ein[1]), in dem in allerneuester Zeit noch ein stattlicher, allen Ansprüchen der Gegenwart genügender Neubau für das elektrotechnische Laboratorium errichtet ist. — Außerdem ist für solche Untersuchungen, welche durch die elektrischen und mechanischen Störungen der Großstadt stark behindert, wenn nicht überhaupt unmöglich gemacht werden, ein besonderes Häuschen auf dem Telegraphenberg bei Potsdam erbaut.

Bei der Auswahl der Aufgaben, mit denen sich die Reichsanstalt beschäftigt, kommt sie in erster Linie den Wünschen der Technik und Industrie entgegen. Außerdem finden aber auch Aufgaben rein wisenschaftlicher Art im Sinne von *Werner von Siemens* die ihnen gebührende Berücksichtigung. Häufig kommt es vor, daß Prüfungsanträge der Industrie die Verfeinerung der Meßmethoden verlangen und so den Anlaß zur Ausführung wissenschaftlicher Untersuchungen bilden. Hierfür ein Beispiel. Mit Hilfe der rotierenden Quecksilberluftpumpe von *Gaede* ist es möglich, stark luftverdünnte Räume mit großer, früher nicht gekannter Schnelligkeit herzustellen. Von einer solche Pumpen fabrizierenden deutschen Firma war nun der Antrag gestellt worden, die Leistungsfähigkeit ihrer Pumpen an eingesandten Modellen zu prüfen, insbesondere sollte der mit den Puppen erreichbare tiefste Druck von der Größenordnung von 0,00001 Millimeter Quecksilber gemessen werden. Da es hierfür aber zuverlässige Meßmethoden noch nicht gab, mußte eine solche in der Reichsanstalt erst ausgebildet werden. Es wurde ein sehr empfindliches Manometer konstruiert, bei dem ähnlich wie bei den bekannten Aneroid-Barometern der Druck aus den Durchbiegungen einer elastischen Membran abgeleitet wurde; da es sich aber um sehr kleine Durchbiegungen handelte, mußten zu deren Messung besondere Hilfsmittel (Verschiebung von Interferenzstreifen) angewendet werden. Mit diesem Manometer konnte dem Prüfungsantrage Genüge geschehen; doch beschränkte man sich jetzt nicht darauf, sondern benutzte das einmal vorhandene Manometer, um die Gültigkeit des Boyle-Mariotteschen Gesetzes bis zu sehr kleinen Drucken hinab zu prüfen, ferner die Bedingungen festzustellen, unter denen das arg in Mißkredit geratene Mc Leodsche Manometer auch bei kleinen Drucken noch zuverlässig ist, endlich ging man über den

[1]) Vergl. *E. Hagen* und *K. Scheel*. Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Festschr. z. 50jährigen Bestehen des Ver. deutsch. Ing. 60—67. Berlin 1906.

Prüfungsantrag insofern hinaus, als man nicht nur die Leistungsfähigkeit der rotierenden Quecksilberluftpumpe bestimmte, sondern auch andere Evakuationsmittel, so insbesondere Kokosnußkohle in flüssiger Luft studierte.

Über die wissenschaftlichen und wissenschaftlich-technischen Arbeiten der Reichsanstalt soll, soweit sie sich in die drei großen Gebiete der Physik Wärme, Elektrizität und Optik einreihen lassen, in besonderen Artikeln berichtet werden, die indessen auf Vollständigkeit keinen Anspruch erheben sollen; von einigen anderen Arbeiten möge hier kurz die Rede sein.

Noch in die erste Zeit des Aufenthaltes der Technischen Abteilung in den Räumen der Technischen Hochschule fallen zwei wichtige Arbeiten des Präzisionsmechanischen Laboratoriums, von denen die erste darauf zurückzuführen war, daß zur Förderung einer internationalen, einheitlichen Stimmung Stimmgabeln für musikalische, daneben aber auch solche für technische Zwecke Gegenstand der Prüfung in der Reichsanstalt sein sollten. Die wesentliche Aufgabe war hier die Herstellung von Normalstimmgabeln und die Ausarbeitung mehrerer verschiedener Methoden, mittels deren Schwingungszahlen absolut bestimmt werden konnten. Die zweite Arbeit bezog sich auf die für die gesamte Feinmechanik wichtige Einführung und Beglaubigung einheitlicher Schraubengewinde, wichtig insofern, als dadurch die Herstellung, Abänderung und Ergänzung von Apparaten ganz erheblich erleichtert wird. Das von der Reichsanstalt angegebene Mechaniker-Gewinde ist heute vielfach im Gebrauch.

Neuerdings sind im gleichen Laboratorium Versuche über nachträgliche Längenänderungen an gehärtetem Stahl angestellt, die deswegen eine Bedeutung haben, weil fast alle in der Maschinentechnik gebrauchten Endmaßkörper aus diesem Material verfertigt sind. Die Längenänderungen sind darauf zurückzuführen, daß bei dem Prozeß des Härtens Spannungen entstehen, die sich nur sehr langsam und auch nur teilweise wieder ausgleichen. In der Praxis wendet man zur Beseitigung dieser Veränderlichkeit das Verfahren der Temperung an, welches darin besteht, daß man den gehärteten Körper vorübergehend auf eine höhere Temperatur, meist 150° C. erwärmt. Die Untersuchungen in der Reichsanstalt ergaben nun einerseits, daß die durch das Härten verursachte Veränderlichkeit der Endmaße bei aus verschiedenen Bezugsquellen stammenden Körpern sich noch über viele Jahre nachweisen läßt, daß aber eine zehnstündige Temperung bei 150° C. die Längenänderungen sicher zum Stillstand bringt.

In der Physikalischen Abteilung der Reichsanstalt wurden außer den schon oben skizzierten Beobachtungen, die sich an die Ausarbeitung der Methoden zur Messung kleiner Drucke anschließen, eingehende Untersuchungen über die elastischen Eigenschaften der Metalle angestellt. An einer großen Zahl von Körpern aus meist sehr reinem Material wurden teilweise nach verschiedenen Methoden Elastizitätsmodul, Torsionsmodul und Verhältnis der Querkontraktion zur Längsdilatation, an den gleichen Körpern auch andere physikalische Eigenschaften, wie Elektrizitäts- und Wärmeleitung nach einer von *Kohlrausch* angegebenen Methode gemessen und so für diese bis dahin noch nicht genügend genau bekannten Materialkonstanten zuverlässige Werte aufgestellt. Ein gleiches Interesse bieten die Erscheinungen der elastischen Nachwirkung, die in der Reichsanstalt für Legierungen an der Torsion von Drähten und der Durchbiegung von Platten studiert wurden. Es ergab sich, daß die elastische Nachwirkung bei Legierungen erheblich kleiner ist als bei reinen Metallen und daß man jedesmal eine gewisse vorteilhafteste Legierung kleinster Nachwirkung erhalten kann.

Das Chemische Laboratorium der Reichsanstalt hat vielfach Veranlassung bei den pysikalischen Arbeiten anderer Laboratorien hilfreich einzugreifen, es hat aber auch eine große Zahl eigener Untersuchungen mit Erfolg durchgeführt. Seit Bestehen der Reichsanstalt wendet das Chemische Laboratorium der Untersuchung des Glases, insbesondere seiner Verwitterbarkeit unter atmosphärischen Einflüssen, die durch den Alkaligehalt an der Oberfläche bedingt wird, ein großes Interesse zu. Es wurde eine sehr empfindliche Methode, die sogenannte Eosinprobe ausgebildet, mit deren Hilfe es möglich ist, die Verwitterbarkeit in wenigen Tagen, auch quantitativ zu erkennen. Durch die Prüfung der Glasgeräte mittels dieser Methode wurde die Glasindustrie veranlaßt, die Widerstandsfähigkeit ihrer Produkte zu erhöhen. Ein weiteres physikalisch wichtiges Arbeitsgebiet des Chemischen Laboratoriums ist die Darstellung reiner Metalle sowie die Aufdeckung sehr geringer Verunreinigungen in diesen Metallen, welche dessen physikalische und chemische Eigenschaften, Korrosion, Sprödigkeit usw. wesentlich verändern. Die bisherigen Versuche dieser Art erstreckten sich auf Platin, Gold, Eisen, Zink, Cadmium, Blei usw. — Neuerdings ist durch gemeinsame Versuche des Chemischen Laboratoriums und der Werkstatt über die Herstellung verschiedenartiger Metallbeizen ein dringendes Bedürfnis der mechanischen Praxis befriedigt worden.

Die Prüfungstätigkeit der Reichsanstalt ist eine sehr vielseitige. Sie wird in der Weise ausgeübt, daß die Reichsanstalt alle ihr von der Industrie und Technik übergebenen Apparate und Instrumente, soweit das nach physikalischen Methoden geschehen kann, einer Untersuchung unterzieht und das Resultat dieser Untersuchung bescheinigt oder die mit Erfolg vollzogene Prüfung sonstwie — etwa durch Aufstempeln des Reichsadlers — an dem Instrument kenntlich macht. Hierbei kann es sich, wie z. B. bei Fieberthermometern, entweder nur um die Untersuchung handeln, ob ein Instrument innerhalb gewisser, ein für allemal festgesetzter Fehlergrenzen richtig ist, oder aber die Prüfungsbescheinigung kann das Resultat einer Untersuchung zahlenmäßig wiedergeben, mit anderen Worten, sie enthält Mitteilungen darüber, um wieviel ein Meßinstrument in seinen Angaben von der Wahrheit abweicht.

Die Prüfung von Gegenständen durch die Reichsanstalt kann von Industrie und Technik aus zweier-

lei Gründen begehrt sein. Einerseits soll durch die Prüfung der Verkaufswert und die Verkaufsfähigkeit eines Instrumentes erhöht werden, insofern als der Käufer, namentlich auch derjenige im Ausland, meist lieber ein Instrument kauft, dessen Richtigkeit ihm durch die Reichsanstalt verbürgt ist, als ein solches, bei dem er sich nur auf die Angaben des ihm meist unbekannten Fabrikanten verlassen kann. Andererseits läßt die Industrie häufig Gegenstände lediglich zur Feststellung ihrer eigenen Leistungsfähigkeit prüfen, sei es zur eigenen Kontrolle, sei es um den Vorsprung vor der Konkurrenz zu zeigen. Im einzelnen mögen folgende Angaben ein Interesse haben, die indessen die Prüfungstätigkeit der Reichsanstalt nicht erschöpfend wiedergeben.

Im Präzisionsmechanischen Laboratorium werden Teilungen, Endmaße, Leitspindeln für Drehbänke, Schraubennormalien, Kreisteilungen, Stimmgabeln, Gyrometer, Tachometer, Zentrifugen u. a. m. geprüft sowie Bestimmungen der thermischen Ausdehnung und des spezifischen Gewichts der Materialien ausgeführt.

Das Elektrische Laboratorium untersucht Meßapparate für Spannung (Voltmeter), Strom (Amperemeter), Leistung (Wattmeter) und Arbeit (Elektrizitätszähler), ferner Kapazitäten, Induktivitäten, Wellenmesser, Dynamomaschinen und Transformatoren, Isolationsmaterialien, Kabel- und Drahtleitungen, Schalter, Sicherungen und radioaktive Substanzen; weiter für Schwachstrommessungen Normalwiderstände und Normalelemente, Akkumulatoren und galvanische Elemente, endlich magnetische Materialien und Meßgeräte.

Die Zahl der im Laboratorium für Wärme und Druck geprüften Thermometer betrug seit Gründung der Reichsanstalt weit über 300 000, in den letzten 5 Jahren allein etwa 70 000 Stück, von denen der größte Teil auf ärztliche (Fieber-) Thermometer entfällt. Der andere noch recht erhebliche Teil sind Normalthermometer für wissenschaftliche Untersuchungen, Instrumente für meteorologische Zwecke, Siedethermometer für Höhenbestimmungen, Thermometer zur Messung von Meerestiefen, Beckmannsche Thermometer und Thermometer für kalorimetrische Zwecke, Fabrikthermometer usw. Unter ihnen reichen die Quecksilberthermometer, oberhalb 575° als Quarzglas-Quecksilberthermometer, bis 750° und sind für Messungen in höheren Temperaturen unter 20 bis 25 Atmosphären Druck gefüllt. Für tiefe Temperaturen dienen Alkohol, Toluol und Pentan als thermometrische Substanzen. Zu diesen Flüssigkeitsthermometern gesellen sich jährlich fast 1000 Stück Widerstandsthermometer und Thermoelemente, meist aus Edelmetallen mit hohem Materialwert und optische Temperaturmeßvorrichtungen. Endlich werden in dem Laboratorium Kalorimeter, Barometer, technische Druckmesser, Indikatorfedern, Sicherungen für Dampfkessel und Apparate zur Untersuchung von Erdölen auf Entflammungspunkt, Zähigkeit und Zusammensetzung aus verschieden hoch siedenden Bestandteilen u. a. m. geprüft.

Im Optischen Laboratorium werden jährlich etwa 1000 Lampen, darunter 100 Normal-(Hefner-) Lampen, meist aber technische Lampen der verschiedensten Art auf ihre Lichtstärke untersucht, Kohle- und Metallfadenlampen, Nernstlampen, Bogenlampen mit Kohle- und Quecksilberelektroden, Brenner für Gasglühlicht, Petroleum, Spiritus und Azetylen. Ein großer Teil dieser Prüfungen sind sogenannte Dauerprüfungen, durch die die Lebensdauer, bzw. die Helligkeitsabnahme der Lampen im Laufe des Betriebes festgestellt werden soll. Die Zahl der Brennstunden beträgt hierbei jährlich fast eine Viertelmillion. Andere Prüfungen beziehen sich auf Lampenarmaturen, Photometer, Lichtschwächungsvorrichtungen, Projektionsapparate, Quarzplatten für Saccharimeter, Lichtdurchlässigkeit von Glassorten und Fernrohren u. a. m.

Die jährliche Anzahl der Prüfungen in der Reichsanstalt beträgt durchschnittlich etwa 20 000, die Einnahme hieraus gegenwärtig nahezu 100 000 M.

Die Zunahme der Prüfungstätigkeit sowie der Wunsch nach Dezentralisierung hat dazu geführt, für einzelne Massenartikel in der Nähe ihrer Produktionsorte besondere Prüfungsstellen zu schaffen, die bis zu einem gewissen Grade selbständig sind, aber in technischer Hinsicht der Oberaufsicht der Reichsanstalt unterstehen. Am frühesten wurde der Wunsch nach einer solchen Prüfungsanstalt für Thermometer im Herzen Thüringens laut, die als Großherzoglich Sächsische Prüfungsstelle für Glasinstrumente in Ilmenau gegründet wurde und nun fast ebensolange wie die Reichsanstalt selbst besteht. Ihr folgte im Jahre 1898 die Einrichtung der Herzoglich Sächsischen Prüfungsstelle für ärztliche Thermometer in Gehlberg. Beide Anstalten haben in den letzten fünf Jahren zusammen mehr als 350 000 Thermometer geprüft und damit der Reichsanstalt eine erhebliche Arbeitslast abgenommen. — Eine zweite Gruppe solcher Organisationen sind die teils staatlichen, teils städtischen bisher bestehenden acht Elektrischen Prüfämter in Barmen, Bremen, Chemnitz, Frankfurt a. M., Hamburg, Ilmenau, München und Nürnberg, deren Prüfungstätigkeit sich hauptsächlich auf Elektrizitätszähler erstreckt, wobei teilweise recht erhebliche Zahlen (z. B. im Jahre 1911 München 12 661 Zähler, 630 Tarifuhren, 126 andere Meßgeräte) erreicht werden.

Nach dem Muster der Reichsanstalt sind in neuerer Zeit auch in England (National Physical Laboratory in Teddington) und Amerika (Bureau of Standards in Washington) Staatsinstitute entstanden, und in anderen Ländern ist die Gründung solcher Einrichtungen erwogen worden. In Frankreich werden die entsprechenden Arbeiten zum Teil vom Laboratoire Centrale d'Electricité ausgeführt. Es liegt in der Natur der Sache, daß in Fragen von internationaler, wissenschaftlicher und technischer Bedeutung, so namentlich auf dem Gebiete der Maßeinheiten die großen Anstalten Fühlung miteinander suchen und Hand in Hand arbeiten. Insonderheit ist in allerneuester Zeit die Frage der elektrischen Einheiten durch Konferenzen in Berlin und einen von 22 Staaten beschickten Kongreß in London sowie durch gemeinschaftliche Untersuchungen in Washington, an denen Vertreter der erwähnten vier Institute sich beteiligten, einer allgemein befriedigenden Lösung entgegengeführt.

Die Kanalstrahlen und ihre Bedeutung für die Erforschung der Konstitution der Materie.

Von Dr. H. v. Dechend, Freiburg i. B.

Wenn man ein evakuiertes Glasrohr mit 2 eingeschmolzenen Elektroden mit den Polen einer starken Hochspannungsquelle, z. B. eines Induktoriums, verbindet, so zeigen sich darin bekanntlich, vorausgesetzt, daß die Luftverdünnung in ihm groß genug ist, die sogenannten Kathodenstrahlen. Diese gehen von der negativen Elektrode (der Kathode) aus geradlinig in den Gasraum hinein, ganz unabhängig davon, wo sich die Anode befindet, und erregen auf ihrer Bahn die Gasreste zum Leuchten und da, wo sie auf die Glaswand treffen, zeigt sich hellgrüne Fluoreszenz. Bringt man in ihre Bahn ein für sie undurchlässiges Objekt, zum Beispiel einen Draht, so zeichnet sich in dem Fluoreszenzfleck scharf und deutlich dessen Schatten ab. Daraus geht hervor, daß diese Strahlen von der Kathode *weg*gerichtet sind. Bringt man einen Magneten in die Nähe der Röhre, so läßt sich das ganze Strahlenbündel ablenken: man erkennt dies an der Biegung des bläulich leuchtenden Bündels oder noch besser an der Verschiebung des Fluoreszenzflecks. Läßt man das Bündel zwischen zwei Platten hindurchgehen, von denen die eine positiv, die andere negativ geladen ist, so ändert sich die Strahlenrichtung ebenfalls: der Strahl wird von der negativen Platte abgestoßen, von der positiven angezogen. Beide Versuche zusammen führen zu der bekannten Erklärung der Kathodenstrahlen, der zufolge sie aus sehr schnell von der Kathode wegfliegenden negativ geladenen Teilchen bestehen.

Eine weitere Frage ist: woraus bestehen diese Teilchen, sind es Moleküle oder Atome oder Komplexe von solchen, wie groß ist ihre elektrische Ladung und wie groß ihre Geschwindigkeit?

Der Messung zugänglich ist die Größe der Ablenkung im elektrischen und magnetischen Feld, ferner deren Intensität. Je größer nun die Geschwindigkeit ist, mit der die Teilchen durch diese Felder hindurchfliegen, um so weniger werden diese zur Wirkung kommen können, um so geringer wird daher die Ablenkung sein. Auf der anderen Seite werden die von den elektrischen und magnetischen Feldern ausgeübten Kräfte um so größer sein, je größer die Elektrizitätsmenge ist, mit der das fliegende Teilchen behaftet ist. Je schwerer ferner die Teilchen sind, um so kleinere Wirkung werden die Kraftfelder an ihnen tun können. Jedenfalls erhalten wir durch diese Ablenkungen Beziehungen zwischen Masse, Ladung und Geschwindigkeit der Kathodenstrahlteilchen. Aus diesen relativ einfachen Beziehungen kann man dann unschwer das Verhältnis von Ladung zur Masse, die sog. *spezifische Ladung (e/m)* berechnen, und die Geschwindigkeit. Die Resultate derartiger Messungen waren kurz folgende:

(1) Die Geschwindigkeit der Teilchen ist abhängig von der Spannung, mit der die Röhre betrieben wird, und zwar beträgt sie bei einer Spannung von 10 000 Volt zirka ⅓ der Lichtgeschwindigkeit, $6 \cdot 10^9$ cm pro Sek.

(2) Das Verhältnis der Ladung zur Masse *(e/m)* ergibt sich zu etwa $1{,}8 \cdot 10^7$, und zwar ganz gleichgültig, ob das Gas in der Röhre Wasserstoff oder Sauerstoff oder sonst irgendein beliebiges Element ist, ob die Elektroden aus Platin, Aluminium oder sonst einem Metall bestehen. Wir kommen so zu der grundlegenden Erkenntnis, daß die Kathodenstrahlen nicht etwa aus den in der Röhre anwesenden Elementen bestehen, sondern aus einer Substanz, die allen Elementen gemeinsam sein muß.

Es liegt nahe, mit der oben gefundenen Zahl für die spezifische Ladung eine andere zu vergleichen: eine Zahl aus dem Gebiet der Elektrolyse, bei der ja ebenfalls die Stromleitung durch bewegte elektrische Teilchen erfolgt. Die Zersetzung irgendeiner leitenden Flüssigkeit, z. B. der Salzsäure (HCl), durch den elektrischen Strom ist ja nach den heutigen Anschauungen der Elektrochemie in folgender Weise zu deuten:

Die Salzsäure zerfällt in Chloratome und in Wasserstoffatome, diese laden sich elektrisch, sie gehen in sog. Ionen über, die Chloratome in negative, die Wasserstoffatome in positive. Unter dem Einfluß des zwischen den Elektroden bestehenden elektrischen Feldes wandert das negative Chlorion nach der positiven Elektrode, das positive Wasserstoffion nach der negativen Elektrode. Nun wissen wir, wie viel Elektrizitäts-Einheiten nötig sind, um ein Gramm Wasserstoffionen auszuscheiden. Diese Zahl ist nichts anderes, als das, was wir oben als „spezifische Ladung" bezeichnet haben. Die spezifische Ladung des elektrolytischen Wasserstoffions ist 10^4. Vergleichen wir mit dieser Zahl den für Kathodenstrahlteilchen gefundenen Wert $1{,}8 \cdot 10^7$, so sehen wir, daß der letztere 1800 mal größer ist. Entweder ist also die *Ladung* eines Kathodenstrahlteilchens 1800 mal *größer* als die des elektrolytischen Wasserstoffions oder die *Masse* des Kathodenstrahlteilchens ist 1800 mal *kleiner* als die eines Wasserstoffatoms. Entscheiden konnte hier nur eine Bestimmung der Ladung oder der Masse unabhängig voneinander. Bei dem elektrolytischen Ion ist die Schwierigkeit nicht groß, da die Masse eines Wasserstoffatoms aus verschiedenen Daten berechenbar ist, und man daher auch die Ladung kennt, die es bei der Elektrolyse mit sich trägt.

Auch bei den Kathodenstrahlteilchen ist die Bestimmung gelungen, dank den genial erdachten Versuchen von *J. J. Thomson:* Die Ladung der Kathodenstrahlen erwies sich als ganz gleich mit der eines elektrolytischen Wasserstoffions. Damit war entschieden, daß die Kathodenstrahlteilchen eine Masse besitzen, die 1800 mal kleiner ist als die des Wasserstoffatoms. Und zwar ist jedes Element imstande, solche Teilchen von sich abzuspalten, mit andern Worten, *das Kathodenstrahlteilchen* ist ein gemeinschaftlicher Bestandteil sämtlicher Atomarten, *ein allen Stoffen gemeinschaftlicher Baustein.* Die Ladung dieses „Elektron" genannten Gebildes ist immer dieselbe, und seine Masse ist

immer dieselbe. Die Ladung ist nach den neuesten Bestimmungen $4{,}8 \cdot 10^{-10}$ elektrostatische c. g. s.-Einheiten, die Masse der 1800ste Teil eines Wasserstoffatoms.

Die alte Anschauung, daß die kleinsten Teile, in die wir die Elemente zerlegen können, die Atome sind, und daß diese nichts allen Elementen Gemeinsames mehr enthalten, muß nunmehr auf Grund dieser Tatsachen aufgegeben werden. Damit haben wir das Fundament der modernen Anschauungen über die Konstitution der Materie gewonnen. Aber auch nur das Fundament. Wir kennen einstweilen nur *eine* Art von Baustein, das Elektron. Die anderen, die noch vorhanden sind, kennen wir nicht; wie viele vorhanden sein müssen und wie sie angeordnet sein müssen, um einem Atom gerade die Eigenschaften zu verleihen, die wir an einer bestimmten Atomart, z. B. am Eisenatom, feststellen, wissen wir damit noch keineswegs.

Zur weiteren Entwicklung einer solchen Theorie der Materie hat die Erforschung der Kanalstrahlen eine ähnliche Bedeutung, wie die der Kathodenstrahlen.

Die *Kanalstrahlen* sind in gewissem Sinne das Gegenstück zu den Kathodenstrahlen. Sie lassen sich in einem Entladungsraume der Form Fig. 1

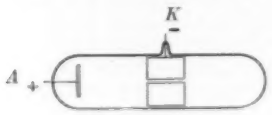

Fig. 1.

relativ leicht beobachten. K ist die Kathode, A die Anode. Die Kathode K ist durchbohrt. Wenn man den Druck hinreichend erniedrigt, so gehen von K nach links Kathodenstrahlen, gleichzeitig aber erstreckt sich aus der Bohrung der Kathode nach rechts hinten in den dort befindlichen Gasraum ein leuchtendes strahlenartiges Gebilde. Wo es auf die Glaswand trifft, fluoresziert diese, aber nicht in grüner Farbe, wie beim Auftreffen von Kathodenstrahlen, sondern in braunroter (bei gewöhnlichem Geräteglas wenigstens). Die Strahlen haben in der Kathode einen Kanal zu durchlaufen, ihr Entdecker *Goldstein* hat ihnen deshalb den Namen Kanalstrahlen gegeben.

Die erste Frage nach ihrer Entdeckung[1]) war natürlich die, ob sie mit den Kathodenstrahlen verwandt sind. Ein Versuch, sie mit magnetischen Kräften zu beeinflussen, wurde von *Goldstein* selbst angestellt, führte aber zu keinem Resultat. Ebenso wenig gelang eine elektrische Ablenkung. Damit fiel zunächst jeder Anhaltspunkt zu einer Theorie dieser Strahlen weg. In dem Jahrzehnt 1886—1896 entwickelte sich indessen unsere Kenntnis der Kathodenstrahlen und damit der elektrischen Entladung überhaupt, und man begann ein übersichtliches Bild über dieses Gebiet zu bekommen. In dieses Bild paßte es sehr gut hinein, in den Kanalstrahlen positiv geladene Teilchen zu erblicken.

Der Raum zwischen der Kathode und der Anode eines Entladungsrohrs wird nämlich durch den Kathodenstrahl zu einem guten Leiter. Da nun die Leitfähigkeit eines Gases immer daher rührt, daß die einzelnen Atome oder Moleküle sich in einen positiv und einen negativ geladenen Bestandteil spalten, so folgt daraus notwendig, daß außer den negativen, den Kathodenstrahlteilchen, auch positive Teilchen vorhanden sein müssen. Diese müssen dann durch die elektrischen Triebkräfte auf die Kathode zu getrieben werden. Ist diese durchbohrt, wie im Falle der Figur, so sind diese Teilchen imstande, die Kathode zu durchsetzen und müssen sich auf der anderen Seite strahlenartig im Raume fortbewegen. Wenn *Goldstein* gefunden hatte, daß diese Strahlen nicht magnetisch ablenkbar waren, so konnte dieses möglicherweise auch nur daran liegen, daß die angewandten Magnetfelder nicht stark genug waren. *W. Wien*[1]) hat im Jahre 1898 in der Tat den Nachweis führen können, daß die Kanalstrahlen durch hinreichend starke magnetische Felder ablenkbar sind. Gleichzeitig gelang ihm auch der Nachweis der *elektrostatischen* Ablenkbarkeit der Kanalstrahlen. Der Sinn der Ablenkung entsprach, wie zu erwarten, positiv geladenen Teilchen. Aber es zeigte sich sofort eine Schwierigkeit. Nicht der ganze Kanalstrahl war ablenkbar, sondern nur ein Teil. Der Rest blieb unablenkbar und setzte seine Bahn geradlinig fort. *W. Wien* hat erst sehr viel später auch diese Erscheinung aufzuklären vermocht, er wandte sich damals zunächst der Aufgabe zu, die erhaltenen Ablenkungen auch messend zu verfolgen und mit ihrer Hilfe ebenso, wie oben bei den Kathodenstrahlen gezeigt worden ist, den Wert für die spezifische Ladung der Kanalstrahlen und ihre Geschwindigkeit zu bestimmen. *Wien* fand, daß die Geschwindigkeit genau so wie bei den Kathodenstrahlen mit zunehmender Spannung wuchs, und zwar betrug sie für etwa 20 000 Volt Entladungsspannung $2 \cdot 10^8$ cm pro Sekunde, also fast $^1/_{100}$ der Lichtgeschwindigkeit, und die spezifische Ladung war gleich 10^4, genau gleich der des elektrolytischen Wasserstoffions. *W. Wien* hatte in seinen Röhren Wasserstoff; daß sich nun derselbe Wert wie für das elektrolytische Wasserstoffion ergibt, legt daher die Vermutung nahe, daß die *Kanalstrahlen des Wasserstoffs aus nichts anderem bestehen als aus dem elektrolytischen Wasserstoffion.* Kurze Zeit später gelang *W. Wien* auch die Herstellung ablenkbarer Sauerstoffkanalstrahlen. Bei diesen fand sich das Verhältnis der Ladung zur Masse 16 mal kleiner. Die Kanalstrahlen bestanden also demzufolge aus den positiv geladenen Atomen des im Rohr anwesenden hochverdünnten Gases. Damit war auch noch eine andere wichtige Erkenntnis erlangt. Während wir nämlich oben gesehen haben, daß die Träger der negativen Elektrizität — die Elektronen des Kathodenstrahls — immer dieselbe Ladung und Masse besitzen un-

[1]) *Goldstein*, Berl. Ber. *39*, 691, 1886.

[1]) *W. Wien*, Wied. Ann. *65*, 447, 1898.

abhängig davon, woraus die Gasfüllung besteht, sind die Kanalstrahlen spezifisch von einander verschieden, je nach der Gasfüllung. Ein positives Elektrizitätselementarquantum (positives Elektron), ähnlich dem negativen, läßt sich also im Kanalstrahl wenigstens nicht nachweisen. (Der Nachweis von solchen „positiven Elektronen" ist auch auf anderem Wege bisher nicht gelungen.)

Die sehr große Schwierigkeit der Ablenkungsversuche hat weitere Untersuchungen in dieser Richtung für mehrere Jahre hintangehalten. Erst im Jahre 1906 kam dann eine sehr wichtige neue Entdeckung hinzu. Das Licht, das die Kanalstrahlen auf ihrer Bahn aussenden, läßt sich mit Hilfe eines Spektroskops untersuchen: Wasserstoffkanalstrahlen senden das Wasserstoffspektrum aus, Sauerstoffstrahlen das Sauerstoffspektrum usw. Nun besitzen aber die Kanalstrahlenteilchen eine enorme Geschwindigkeit. Das Spektrum, das sie aussenden, muß sich also notwendig wenigstens *etwas* von demjenigen unterscheiden, das ruhende Teilchen aussenden, d. h. den *Doppler*effekt zeigen: Sämtliche Spektrallinien, welche die Kanalstrahlen aussenden, müssen, vorausgesetzt, daß die in schneller Bewegung befindlichen Teilchen es sind, welche das Licht aussenden, eine kleine Verschiebung nach dem violetten oder roten Ende des Spektrums zu erlitten haben, je nachdem die Strahlen auf das Spektroskop zu laufen oder von ihm weg. Eine strenge spektroskopische Untersuchung hat dann auch in der Tat gestattet, diesen Effekt nachzuweisen. *Johannes Stark* — damals in Göttingen — hat das Verdienst diese sehr wichtige Entdeckung gemacht zu haben[1]). Nicht nur an Wasserstoff- und Sauerstoffkanalstrahlen ließ sich der *Doppler*effekt nachweisen, sondern auch an einer Reihe anderer Gase und Dämpfe. Die Deutung der gefundenen Resultate war aber eine unsichere. *W. Wien* hatte nämlich inzwischen auch die Natur der unablenkbaren Teile der Kanalstrahlen aufzuklären gesucht und dabei folgendes festgestellt: Er nahm zunächst dem Kanalstrahl durch ein erstes Magnetfeld seine ablenkbaren geladenen Teilchen weg und der unablenkbare Rest trat ein kurzes Stück später abermals in ein magnetisches Feld, und es zeigte sich, daß er nunmehr zum Teil ablenkbar geworden war. Behandelte er den vorher ablenkbaren Strahl in üblicher Weise, so zeigte sich, daß dieser teilweise unablenkbar geworden war. Daraus ist der Schluß zu ziehen, daß in einem Kanalstrahl ein fortwährender Wechsel zwischen geladenem und ungeladenem Zustand der Teilchen stattfindet. Da man aber jetzt nicht mehr wissen konnte, was bei den Starkschen *Doppler*effekt-Versuchen nun das leuchtende gewesen war, das positive oder das neutrale Atom, also die Centren der Lichtemission hypothetisch blieben und damit alle Folgerungen für die Optik zweifelhaft wurden, war man darauf angewiesen, um die Grundlagen der Kanalstrahlenforschung sicherzustellen, auf die Wiensche Methode der Ablenkung im elektrischen und magnetischen Felde wieder zurückzugreifen[1]). Zunächst ist *J. J. Thomson* in Cambridge mit solchen Versuchen hervorgetreten. Die Ergebnisse seiner Versuche standen aber zunächst in vollstem Widerspruch mit den Wienschen und haben jahrelang eine außerordentliche Unsicherheit in dieses Gebiet gebracht. *Thomson* fand nämlich, daß in seinen Röhren nur Kanalstrahlen von Wasserstoff vorkamen, ganz gleich, ob er dieses Gas oder irgendein anderes in dieselben einfüllte. Nur Helium bildete eine Ausnahme. *Thomson* zog aus seinen Ergebnissen im Gegensatz zu den Resultaten der Wienschen und Starkschen Untersuchungen, die ja die Existenz von Sauerstoff- und anderen Kanalstrahlen gezeigt hatten, den Schluß, daß alle Elemente, wenn sie derartigen Bedingungen unterworfen sind, Wasserstoffkanalstrahlen aussenden, was unzweifelhaft ein ganz außerordentlich wichtiges Resultat gewesen wäre. Obwohl *Wien* den Arbeiten *Thomsons* seine früheren abweichenden Resultate entgegenhielt, blieb *Thomson* bei seinen Ansichten und fand in vielen weiteren Versuchen noch Stützen dafür. Es ist begreiflich, daß daraufhin das Problem im Jahre 1910 von verschiedenen Seiten in Angriff genommen wurde. Die Entscheidung fiel durchaus im Sinne der Wienschen Auffassung aus. Solche Versuche wurden von *Gehrcke* und *Reichenheim*, *I. Königsberger* und seinen Schülern *Kilchling* und *Kutschewski* und vom Verfasser in Gemeinschaft mit *W. Hammer* durchgeführt. Sie brachten durch die Anwendung der modernen Mittel der Hochvakuumtechnik eine wesentliche Verfeinerung der Messungen und lieferten eine hinreichend sichere Grundlage für die weitere Entwicklung. Die Existenz einer Reihe von Ionenarten von verschiedenen Elementen in den Kanalstrahlen wurde sichergestellt, und *es besteht kein Zweifel mehr, daß es möglich ist, jedes Element in Kanalstrahlenform überzuführen.* Kurz nach der Veröffentlichung dieser Arbeiten gab *Thomson* ganz neue Versuche bekannt, auf Grund deren er nunmehr selbst zu der Wienschen Auffassung zurückkehrte, so daß man schließen darf, daß nunmehr auf diesem Gebiete völlige Uebereinstimmung erzielt ist. Nur eine Divergenz bestand noch darin, daß die Kanalstrahlengeschwindigkeit, wie *Thomson* und im Anschluß an ihn auch andere gefunden hatten, merkwürdigerweise unabhängig war von der Entladungsspannung. Später konnte jedoch festgestellt werden, daß das normalerweise nicht der Fall ist und nur unter Umständen bei komplizierten Bedingungen eintreten kann. Diese Frage rief dann den Versuch einer direkten Geschwindigkeitsmessung hervor. Eine solche ist von *W. Hammer* durchgeführt worden durch direkten Vergleich der Zeit, die ein Kanalstrahl braucht, um eine Länge von etwa 50 cm zu durchlaufen, mit der Zeit, in der ein sehr schnell schwingendes Wechselfeld seine Richtung ändert. Die sehr schwierigen Versuche haben einen

[1]) *J. Stark*, Annalen der Physik, *21*, S. 401, 1906.

[1]) Zusammenstellung der ganzen Literatur bis 1911 im Bericht über die Kanalstrahlen im elektrischen und magnetischen Feld von *H. v. Dechend* und *W. Hammer*, Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik VIII, S. 34, 1911.

noch hypothesenfreieren und greifbareren Beweis für die Natur der Kanalstrahlen geliefert, als die Ablenkungsversuche allein. Es sei erwähnt, daß die zur Messung benutzten Teilchen eine Geschwindigkeit von 2,51 . 10^{-8} cm pro Sekunde besaßen und dementsprechend Zeiten von 10^{-7} Sekunden genau zu messen waren. Gleichzeitig dienten sie zu einer exakten Bestimmung der spezifischen Ladung der Wasserstoffkanalstrahlen, deren Ergebnis bis auf 3—4 % mit dem Wert für das elektrolytische Wasserstoffion übereinstimmte.

Die Bedeutung der Tatsache, daß jedes Element in Kanalstrahlenform übergeführt werden kann, also jede Atomart mit einer Geschwindigkeit, die etwa ein Hundertstel der Lichtgeschwindigkeit beträgt, abgeschossen werden kann, ist nicht leicht zu überschätzen. Man weiß, daß die α-Strahlen, welche radioaktive Substanzen ausschleudern, nichts anderes sind, als sehr schnell bewegte, positiv geladene Heliumatome. Die Kanalstrahlen erlauben uns also gewissermaßen künstliche α-Strahlen herzustellen, und zwar nicht nur aus dem chemisch trägen Gase Helium, sondern aus jedem beliebigen Element. Zwischen beiden Strahlarten besteht aber ein sehr großer Unterschied darin, daß die Kanalstrahlen trotz ihrer sehr viel geringeren Geschwindigkeit auf phosphoreszierenden Substanzen Leuchten erregen, Gase leitfähig machen, auf die photographische Platte wirken usw., während die sehr viel schnelleren α-Strahlen, wenn sie auf eine Geschwindigkeit herabgesunken sind, die sogar zehnmal größer sein kann, als die der schnellsten Kanalstrahlen, von diesen Wirkungen keine einzige mehr ausüben können. Gerade die Aufklärung dieses merkwürdigen Unterschiedes wird einen wichtigen Beitrag zu einer Theorie der Konstitution der Materie zu liefern vermögen.

Das Studium der Kanalstrahlen hat neuerdings ein *Anwendungsgebiet von größter Bedeutung für die Chemie* erschlossen. Jedes Element vermag, wie gesagt, in Kanalstrahlenform übergeführt zu werden. Wenn wir also in ein Rohr, etwa von der Form der Fig. 1, ein Gasgemisch einfüllen — wir brauchen dazu außerordentlich wenig, da der Druck ja höchstens einige hundertstel Millimeter beträgt —, so muß jeder seiner Bestandteile im Kanalstrahl nachweisbar sein. Erzeugen wir also in dem Rohr einen solchen und bringen ihn in ein Magnetfeld, so zerfällt das Kanalstrahlenbündel in einzelne Teile. Wir messen deren Ablenkung und erhalten aus der Größe der Ablenkung direkt das Atom- oder Molekulargewicht der betreffenden Elemente, aus denen das Gemisch besteht. Vergleichen wir diese mit der Atomgewichtstabelle, so wissen wir, woraus sich der Gasinhalt des Rohres zusammengesetzt hat. Der naheliegende Gedanke, die Ergebnisse der Kanalstrahlenforschung in diesem Sinne zu verwerten, ist wohl zuerst von *Thomson* ausgesprochen worden[1]). Seine Ausführung ist allerdings keineswegs so einfach, wie es hier beschrieben ist. Gerade die Tatsache, daß ein Experimentator wie *Thomson* vor einigen Jahren nicht imstande war, andere Kanalstrahlen nachzuweisen, als die des Wasserstoffs, zeigt am deutlichsten, mit welch großen Schwierigkeiten hier zu rechnen ist. Wie weit die Methode zu führen vermag und wie weit sie verbessert werden kann, muß die nächste Zukunft lehren. Wenn sie das hält, was sie theoretisch verspricht, so ist *ein analytisches Hilfsmittel gewonnen von einer Feinheit, wie es die Spektralanalyse nicht entfernt liefern kann.* Wenn man bedenkt, daß man durch mikroskopische Betrachtungen der Phosphoreszenzschirme, auf die die Strahlen auffallen, ein einzelnes Atom nachweisen kann — dieser Nachweis ist von *W. Hammer* und dem Verfasser durch die Beobachtung der scintillatorischen Phosphoreszenz geführt worden —, so kann man sagen, daß die untere Grenze der Empfindlichkeit tatsächlich das einzelne Atom ist. Die Methode gestattet aber nicht nur den quantitativen Nachweis irgendeiner Substanz, sondern sie liefert gleichzeitig auch deren Atomgewicht. Bei Auffindung irgendwelcher neuen Elemente oder Verbindungen ergibt sich daher sofort eine ihrer wichtigsten Konstanten und ihre Stellung im periodischen System der Elemente. Die Methode wird vielleicht ihre größte Rolle bei der Chemie der radioaktiven Elemente zu spielen berufen sein.

Da ferner die Temperatur der Kanalstrahlen dem Quadrate ihrer Geschwindigkeit proportional ist, also für mittlere Entladungsspannungen ungefähr 10 Millionen Grad beträgt, so eröffnet sich außerdem noch der Ausblick auf eine Chemie der extremsten Temperaturen.

Auch dieses Gebiet ist bereits nicht ohne Erfolg betreten worden.

[1]) *J. J. Thomson*, Philosophical Magazine 1911.

Zellforschung und Entwicklungsgeschichte.

Von Privatdozent Dr. Julius Schaxel, Jena.

Der biologischen Forschung ist es bei dem gegenwärtigen Stande ihrer Technik oft unmöglich, ihre Resultate allein durch die Untersuchung lebender Objekte zu gewinnen. Wo die Lebensvorgänge nicht unmittelbar verfolgt werden können, muß der Umweg über die Leiche gemacht werden. Das ist z. B. der Fall, wenn die intracellulären Prozesse bei der Entwicklung eines tierischen Individuums ermittelt werden sollen. Durch Fixierung der Stadien halten wir den Fluß der Veränderungen in Etappen auf, um rasch Enteilendes und Unsichtbares dauernd sichtbar zu machen. Die so erhaltenen Momentbilder dürfen nur als Indizien gelten für Zustände, die der direkten Beobachtung entzogen sind. Wenn wir uns dessen bewußt sind, so mag es einstweilen dahingestellt bleiben, in welcher Weise das angewandte Präparationsverfahren (Fixierung, Härtung, Konservierung, Einbettung, Färbung) das Objekt verändert hat. Wir sind trotz der künstlichen Veränderungen imstande, die vitalen festzustellen, indem wir aus dem verschiedenen Verhalten desselben Objekts zu verschiedenen Zeiten bei gleichbleibender Technik auf vitale Veränderungen schließen. Die Vergleichung der in Reihen

geordneten Momentbilder zeigt den Wechsel in der Konstellation der Teile. Aus den erstarrten Phasen ergeben sich dann die Bewegungen des Vorganges. Die Cytologie interpretiert hier also Prozesse. Sie treibt Physiologie nach morphologischen Indizien. Wo sich die Zellforschung im Dienste der zahlenmäßigen Chromosomenprobleme darauf beschränkt, die Lokalisation der chromatischen Substanz während der Kernteilung auf ihr exaktes Zustandekommen zu prüfen (Individualität der Chromosomen), oder wo der Zellfärber sich mit der Freude an der Buntheit seiner Microsomen begnügt, wird die in Material und Technik begründete Grenzstellung der Cytologie nicht bemerkt und man findet es darum auch müßig, ihr methodisch gerecht zu werden.

Die modernste Biologie steht im Banne einer Idee, die zwar bei uns geboren ist, aber doch erst mehr und mehr Gläubige gewinnt, seit sie von Amerika aus nachdrücklich genug empfohlen wird. Die gewiß aussichtsreiche Hoffnung, daß der Organismus als chemische Maschine zu verstehen sein werde, droht zu einer viel zu radikalen Vernachlässigung alles Morphologischen auszuarten. So verkündet unter dem Druck dieser Idee die sog. „neue Zellenlehre", daß von der Zelle als organischer Einheit nicht mehr die Rede sein könne, und der postulierten Chemie der lebenden Substanz ist es beinahe unbequem, daß diese Substanz die Neigung hat, in Form von Zellen aufzutreten. Man beabsichtigt anscheinend ein physiologisches Gegenstück zu der morphologischen Einseitigkeit zu liefern, die zu Beginn der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts den Organismus schlechthin als die Summe der ihn zusammensetzenden Zellen ansah. Gewiß sind physiologische Betrachtungen möglich, die des Zellenbegriffes entbehren können; aber gerade für die Entwicklungsvorgänge wird erst dann ein Entscheid zu treffen sein, wenn besonders darauf gerichtete Untersuchungen die Frage ventiliert haben, inwieweit die ontogenetischen Vorgänge von dem cellulären Prinzip beherrscht sind, d. h. in welchem Maße die in den Einzelzellen ermittelten Prozesse das Verhalten des Keimganzen bedingen.

Zur Ermittelung des Zusammenwirkens der Zellbestandteile während des Zellenlebens sind wir auf die cytomorphologische Forschung angewiesen. Auch bei der in-vitro-Kultur lebender Gewebsteile ist zur feineren Untersuchung das an die Abtötung gebundene Präparationsverfahren unumgänglich, dessen methodologische Bedeutung wir eingangs kennzeichneten. Erst muß auf diesem Wege die allgemeine Erscheinung und die Struktur der organischen Maschine aufgedeckt werden, ehe die in ihr vor sich gehenden physikalisch-chemischen Vorgänge untersucht werden können. Nur im Rahmen des cytomorphologisch Ermittelten ist die Arbeit der physikalisch-chemischen Analysis zu leisten.

Die Ergebnisse der cytologischen Analysis der Entwicklungsvorgänge seien durch den Hinweis auf einige Beispiele erläutert, die zugleich ein Licht auf die Frage nach der Bedeutung des cellulären Prinzips für die Ontogenesis werfen[1]).

Die Furchung der Ringelwürmer geht nach dem Spiraltypus vor sich, d. h. es kommt beim Übergang des 4-Zellen-Stadiums in das von 8 der eine Zellenkranz auf den anderen nicht so zu liegen, daß Zelle auf Zelle und Zellgrenze auf Zellgrenze sich befindet, sondern die Zellen trennen sich derart voneinander, daß auf den Zellgrenzen des einen Kranzes die Zellen des anderen abgelagert werden. Da die seitliche Verschiebung bei einem bestimmten Standpunkt des Betrachters im Sinne des Uhrzeigers erfolgt, so spricht man von einem rechtswendigen Teilungsschritt. Der nächste Teilungsschritt geht in der entgegengesetzten Richtung, also linkswendig vor sich, und weiterhin findet ein regelmäßiges Abwechseln rechts- und linkswendiger Teilungen statt. Untersuchen wir bei dem Ringelwurm *Aricia* die Sachlage cytologisch, so finden wir, daß die Furchungsteilungen von der Eizelle ihren Ausgang nehmen, die eine eigentümliche asymmetrisch-exzentrische Lokalisation ihres Inhalts aufweist. Wir stellen weiter fest, daß diese Lokalisation während der Eibildung unter dem Einfluß des Oocytenkerns zustande gekommen ist und daß das Spermatozoon bei der Besamung nichts daran ändert. Während die Hauptmasse des Eileibes von bestimmt geschichtetem Dotter erfüllt ist, beobachten wir asymmetrisch und exzentrisch gelegen einen dotterarmen Bezirk von der Gestalt eines Ellipsoids, dessen Mitte der Kern einnimmt. In diesem Bezirk beginnen die Teilungsbewegungen so, als würde eben durch ihn die zu teilende Zelle vorgestellt. Die übrigen Zellpartien werden um so weniger in das Teilungsgetriebe einbezogen, je weiter entfernt sie von dem Teilungsbezirk liegen. So fällt die erste Teilung in bestimmter Weise inäqual aus. Indem nun die Blastomeren die Inhaltsanordnung des Eies übernehmen, herrscht für die ferneren Teilungen hinsichtlich ihres Ortes, ihrer Richtung und ihrer Größe eine wesentliche Übereinstimmung mit der ersten Teilung. Jede Teilung geht nach Maßgabe der Bedingungen in der sich teilenden Zelle selbständig vor sich. Die Lage der Blastomeren im Keim ist auf den Ausfall der Teilungen nur insofern von Einfluß, als die gegenseitige Abplattung der Zellen ihre Form und dadurch die Anordnung ihres Inhaltes mitbedingt. Es kommt also der Spiraltypus der Furchung durch Faktorenkomplexe zustande, die bei jeder einzelnen Teilung gleichartig wirksam sind. Die Spiralfurchung ist die Resultante aus gleichsinnig verlaufenden Einzelereignissen, in denen die Lebensbetätigung der den Keim zusammensetzenden Einzelzellen besteht.

Es lassen sich Maßnahmen treffen, daß im *Aricia*-Ei die asymmetrisch-exzentrische Lokalisation der Substanzen aufgehoben oder über die Norm gesteigert wird. Dann sind statt der normal

[1]) Näheres in meinem Versuch einer cytologischen Analysis der Entwicklungsvorgänge. Erster Teil in: Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontog. Bd. 34, 1912. Zweiter Teil ebenda Bd. 35, 1913. Ein dritter und vierter Teil folgen in Bälde.

inäqualen adäquale oder übermäßig inäquale Teilungen zu beobachten, die die Kennzeichen der Spiralfurchung vermissen lassen und sich dem Radiär- oder Discoidaltypus nähern.

Entsprechendes wie für die Spiralfurchung des Ringelwurms *Aricia* ergibt sich für die der Schnecke *Pleurobranchaea*. Hier besteht zwar nicht von Anfang an eine Volumendifferenz unter den Blastomeren, wohl aber sind Unterschiede hinsichtlich des Inhalts festzustellen, die zunächst in der Sonderungsrichtung und erst im Weitergang der Teilungen in der Größe der Teilstücke zum Ausdruck kommen.

Die Furchung des Seeigels *Strongylocentrotus* und Seesterns *Asterias* zeigt, wie die anfänglich gleiche prospektive Potenz der Eiteile und die Äqualität der Teilungen, die folgende vorübergehende Inäqualität und die endgültigen Unterschiede in der Verteilung der prospektiven Potenzen im Zusammenhang stehen mit dem Substanzbestand und dem entsprechenden Verhalten der Einzelzellen.

Aus den bisher angeführten Beispielen erhellt, daß die Anordnung der Zellen im Keime während der Furchung durch Faktoren bedingt wird, die im Ei und dann in den einzelnen Blastomeren liegen. Es wird nun zu ermitteln sein, in welcher Weise die Bestandteile der Einzelzelle sich betätigen. Ferner erhebt sich die Frage nach den cytomorphologischen Ergebnissen über die der Furchung vorausgehende Geschlechtszellenbildung und die ihr folgende histologische Differenzierung der Organanlagen. Alles, was hierüber festzustellen ist, findet seinen allgemeinsten Ausdruck in den Beziehungen von Kern und Zelleib, in der Wechselwirkung der in diesen Territorien lokalisierten Substanzen.

Bei der Geschlechtszellenbildung, besonders bei der Eibildung, und bei der histologischen Differenzierung handelt es sich um die Produktion von Plasma und Plasmaderivaten (Sekrete verschiedenster Art, fibrilläre Differenzierungen usw.). Die Produktion geht im Zelleib oder als Abscheidung aus dem Zelleib vor sich; aber der Kern nimmt daran in ganz bestimmter Weise teil. Die Untersuchung der verschiedensten Objekte hat mit Sicherheit die zeitliche Folge und die Örtlichkeit der Produktionsprozesse in der Zelle konstatieren lassen. Alle produktiven Leistungen der Zelleibssubstanzen werden durch Vorgänge eingeleitet, die im Kern ihren Anfang nehmen. Ferner ist das Verhalten der Zellbestandteile vor und nach der Produktion ein bestimmtes und die Lebensgeschichte der Zelle auf diese nicht umkehrbare Reihenfolge der Vorgänge beschränkt, wenngleich sie in manchen Fällen eine mehrmalige Wiederholung zuläßt. Das ist das Wesentliche. Im Spezialfall offenbaren die Erscheinungen entsprechend der Mannigfaltigkeit der organischen Gebilde vielfache Verschiedenheiten.

Wo sich die Zellen einfach vermehren, z. B. während der Vermehrungsphase der Geschlechtszellenbildung, während der Furchung, in den Meristemen der Pflanzen, oder wo Zellmaterial undifferenziert verharrt, z. B. in der präpygidialen Wachstumszone der Ringelwürmer oder in den Regenerationsherden zeigen die in Teilungsruhe befindlichen Zellkerne ein besonderes Aussehen. Sofern nicht in Erwartung oder in der Folge einer Teilung formierte Chromosomen vorhanden sind, enthält der Kern ein saftreiches Reticulum, nur blaßfärbbares Chromatin und keine oder wenig färbbare Nucleolen.

Bevor dann bei allen auf der Produktion von Plasmaderivaten beruhenden Differenzierungen im Zelleib sich irgendwelche Veränderungen wahrnehmen lassen, ist im Kern eine Anreicherung von Chromatin zu bemerken. In vielen Fällen gelangt ein Übertritt chromatischer Substanzen aus dem Kern in den Zelleib zur Beobachtung. Der Kernaktion folgen die produktiven Leistungen des Cytoplasmas. Dabei spielt ein neuerdings viel genannter Bestandteil des Cytoplasmas, die Mitochondrien und Chondriosomen namentlich bei der Sekretbildung und bei fibrillären Differenzierungen eine Rolle. Die Entwicklung eines einzigen Tieres, z. B. des Ringelwurmes *Aricia*, gewährt Einblicke in das Verhalten der Zellen in den verschiedenen Geweben, besonders auch in das Schicksal der Zellbestandteile nach Abschluß der Wachstums- und Differenzierungsvorgänge. Die larvalen Hautdrüsen sind nach einmaliger Sekretbildung erschöpft, indem ihr Kern nach der Chromatinemission der Degeneration verfällt. Die die Borstensubstanz bildenden Zellen der Parapodien sind zu mehrmaliger Produktion fähig. Ihre Kerne wiederholen nach periodischen Ruhepausen die Emission. In den Darmzellen, den Muskelbildnern und vielen anderen Geweben nimmt der Kern nach der der Produktion vorausgehenden Aktivitätsphase eine Struktur an, die er während der Funktion der von diesen Zellen und ihren Derivaten zusammengesetzten Organe beibehält. Solche Kerne sind in verschieden ausgebildeten Geweben einander sehr ähnlich. Sie sind kleiner als die Kerne produzierender Zellen und enthalten spärliches auf einem Reticulum in Anhäufungen verteiltes Chromatin und einen verhältnismäßig großen Nucleolus. Wir finden sie in denjenigen somatischen Zellen, die sich physiologisch betrachtet auf den Betriebsstoffwechsel beschränken.

Während der Furchung und in den Organanlagen vor der Produktion sehen wir nur wohl individualisierte Zellen. Erst während der Produktion kommt es in manchen Fällen, wie in den Borstendrüsen von *Aricia*, zu einem von den Kernen der Ausgangszellen beherrschten Syncytium oder es treten zugunsten des von vielen Zellen gelieferten kontinuierlichen Gebildes die Bildnerinnen zurück, wie es die Muskelbildung von *Aricia* zeigt.

Die vorhin aufgeworfene Frage, in welchem Maße die in den Einzelzellen durch die Cytomorphologie ermittelten Prozesse das Verhalten des Keimganzen bedingen, beantworten wir auf Grund der angedeuteten Untersuchungsergebnisse folgendermaßen: Die Furchung erscheint als die Ausführung der in der Eibildung geleisteten Vorentwicklung. Im Verlaufe der Entwicklung er-

geben sich die die Furchung bestimmenden Keimbezirke Schritt für Schritt für jede Teilung, so daß das Verhalten des Keimganzen nur die Resultante aus dem gleichsinnigen Verhalten der Einzelzellen darstellt. Bei den Differenzierungsprozessen der Organbildung wirken die Zellbestandteile stets in prinzipiell derselben Weise zusammen. Es handelt sich immer um die Kooperation zweier Substanzgruppen, zu deren Zustandekommen eine räumlich und quantitativ bestimmte Zuordnung notwendig ist, eben um aus Kern und Zelleib bestehende Zellen. Allein mit der Zellformation der Furchung und der Zellproduktion der Organbildung sind die ontogenetischen Erscheinungen nicht aufgezählt. Über die die Blastomeren zusammendrängenden Kräfte und über die Zellverschiebungen und Zellbewegungen, wie sie z. B. zwischen dem Furchungsende und der Formierung der Organanlagen stattfinden, vermag die Cytomorphologie nichts zu ermitteln. Es sind das rein physiologische Fragen, über die mit unserer Methode nichts ausgesagt werden kann, weil dazu ihre theoretischen und technischen Mittel nicht ausreichen. Nicht sachliche, sondern methodische Gründe beschränken hier also den Geltungsbereich des cellulären Prinzips.

Mancherlei Ausblicke eröffnen sich bei der cytologischen Betrachtung entwicklungsgeschichtlicher Vorgänge. Nur auf zweierlei sei hier noch hingewiesen.

Die Entwicklungsmechanik gibt einem neuen Vitalismus Nahrung, wenn sie dem äußeren Anschein nach nicht Weiteraufzulösendes als Unauflösbares ansieht. Man hat in der Tat auf Grund entwicklungsmechanischer Versager eine zum Verzicht auf weitere Forschung verleitende Autonomie des Lebens proklamiert. Das Beispiel der Spiralfurchung lehrt aber, daß die einfachen Mittel der Cytomorphologie die Analysis weiter und tiefer zu treiben gestatten, indem sie die als Ganzes schwer verständliche Erscheinung in Partialkomplexe wesentlich gleichartiger Wirkungsweisen zerlegen.

Für die Frage nach sogenannten Vererbungssubstanzen sind die cytomorphologischen Ergebnisse sicher von größter Bedeutung. Auf den ehemals angestrebten Entscheid, ob den Kernsubstanzen ein Vererbungsmonopol zukomme, oder ob Caryo- und Cytoplasma zusammen die gleiche oder jedes seine eigene Rolle bei der Vererbung spiele, wird zugunsten einer erneuten Klärung der Begriffe Entwicklung, Determination und Vererbung zu verzichten sein. Man wird natürlich erst dann nach vererbenden Substanzen zu suchen haben, wenn man sich entschließt, aus der Gesamtheit der Entwicklungsvorgänge einen bestimmten Komplex als Vererbungsmechanismus zu isolieren. An dieser Stelle soll darauf nicht näher eingegangen werden, da dergleichen im dritten Teil meiner oben zitierten cytologischen Analysis der Entwicklungsvorgänge eine ausführliche Behandlung erfährt.

Auf jeden Fall haben wir bereits festgestellt, daß die Furchung nur die Ausführung der in der Eibildung geleisteten Vorentwicklung darstellt. Die Beherrschung der ersten Entwicklung durch rein mütterliche Faktoren muß da zu denken geben, wo sich reziproke Bastarde verschieden verhalten. Bei beiden Kombinationen ist zwar, sofern Amphimixis eintritt, die Kernkonstitution die gleiche, aber der Furchungsverlauf kann sehr wohl ein verschiedener sein. Wenn dann die Kerne bei der Organbildung zur Aktion kommen, so haben sie in den beiden Fällen eine verschiedene Anzahl von Teilungen, vor allem aber eine verschiedene Ernährung während ihrer inaktiven Phase hinter sich und ein verschieden beschaffenes Cytoplasma zur Produktionsanregung zur Verfügung. Es sind also genug Bedingungen gegeben, die zu einer erheblich differenten Entwicklung führen können.

Die in den Verlauf der Entwicklung wiederholt eingeschobenen Inaktivitätsphasen der Zellkerne, in denen eine Stoffentnahme aus dem sie umgebenden Plasma, mittelbar aus dem Medium der Zellen statthat, sind bedeutsam als Gelegenheiten für Induktionen, die auf die folgenden Produktionsvorgänge verändernd einwirken. Soll von Vererbung gesprochen werden, so sind diese Zeiten der Vorbereitung als sensible Phasen für vererbungsändernde Einflüsse namhaft zu machen. Wir kennen eine solche Phase während der Chromosomenrekonstruktion in der wachsenden Oocyte, während der Furchung und in den sich unproduktiv verhaltenden Zellen etwaiger Wachstumszonen und Regenerationsherde. Während des Eiwachstums mögen Induktionen statthaben, deren Effekt uns als Mutation des aus dem Ei entwickelten Individuums entgegentritt. Verschiedenartige Beeinflussung freilebender Furchungsstadien, in deren Kernen die Amphimyxis sich allmählich vollzieht, kann die Potenzen der väterlichen und der mütterlichen Anteile in mannigfacher Weise fördern oder hemmen, so daß wir Tiere von patroklinen, matroklinen oder Misch-Charakteren erhalten. Einwirkungen auf die inaktiven Reserven der Wachstumszone und Regenerationsherde geben zu Mißbildungen verschiedener Art Anlaß.

Die auf bestimmte technische und theoretische Mittel angewiesene cytomorphologische Forschung ist, wie die angeführten Beispiele zeigen, sehr wohl geeignet, Einsicht in die Entwicklungsvorgänge zu geben, namentlich auch deswegen, weil die experimentellen Eingriffe in den normalen Verlauf (die entwicklungsmechanischen Versuche) nur mit ihrer Hilfe eine hinreichende Analysis erfahren können. Dazu ist es freilich unerläßlich, daß die Voraussetzungen und Ziele eine genügende Klarstellung erfahren. Die Bedeutung der Zellenlehre für die Entwicklungsgeschichte erhellt dann von selbst.

Sedimentpetrographie im Dienste der Paläogeographie[1]).

Von Dr. K. Andrée, Marburg i. H.,
Privatdozent für Geologie und Paläontologie an der Universität.

Paläogeographie im weitesten Sinne des Wortes ist der Inbegriff alles dessen, was man als Natur-

[1]) Vorliegende Mitteilung ist ein kurzer Auszug aus einer längeren, im Druck befindlichen Abhandlung, welche auch die nötigen Literaturangaben bietet.

geschichte der Vorzeit bezeichnen könnte, soweit sie sich auf an der Erdoberfläche haftende Vorgänge bezieht. Fast jeder Geologe und jeder Paläontologe trägt daher durch seine Arbeit Bausteine herbei, welche das Gebäude dieser so umfangreichen Wissenschaft vergrößern und verstärken. Paläogeographie als Wissenschaft ist erst jungen Datums, und dennoch ist ihr bereits eine ganze große Literatur gewidmet worden. Beschränkten sich die ersten paläogeographischen Versuche darauf, die Grenzen der Festländer und Meere der Vorzeit festzulegen, wobei schon frühzeitig das Problem der Permanenz der Ozeane auftrat, so sind neuerdings viele andere Aufgaben hinzugetreten, z. B., um nur einiges herauszugreifen, die Verbreitung von Vulkanismus und Gebirgsbildung in der Vorzeit, das Auftreten von Eiszeiten, der Ablauf und die Wiederholung von Abtragungszyklen, die Meerestiefen und der Verlauf der Meeresströmungen der Vorzeit, Paläoklimatisches und vieles andere mehr. Die nicht zu umgehende Basis aller dieser Untersuchungen ist aber eine genaue Zeitbestimmung der Erscheinungen der Vorzeit, weil erst eine sichere Erkenntnis der Gleichzeitigkeit, beziehungsweise des direkten Aufeinanderfolgens bestimmter Vorgänge die Verbreitung derselben und ihre kausalen Zusammenhänge ergibt. Während absolute Zeitbestimmungen von Erscheinungen der Vorzeit in völlig einwandfreier Weise bis heute noch nicht gelungen sind, haben wir doch Mittel, eine relative Zeitbestimmung auszuführen, d. h. mit Sicherheit zu bestimmen, ob eine Schicht, ob ein geologischer Vorgang älter oder jünger als eine andere Schicht, als ein anderer Vorgang ist. Diese relative Zeitbestimmung ist Sache der Stratigraphie oder Formationskunde, welche ihrerseits mit Hilfe der Lagerung der Gesteine und mit ihrem fossilen Inhalte, den Leitfossilien, arbeitet. Sogenannte „geologische Zeiten" sind aber eher Millionen als Tausende von Jahren; und es ergibt sich schon hieraus, daß eine Paläogeographie von wissenschaftlichem Wert erst entstehen konnte, nachdem die Stratigraphie ihren jetzigen hohen Stand der Entwicklung erreicht hatte, und daß erst in kommenden Zeiten mit der weiteren Verfeinerung ihrer Methoden und ihrer Schichtgliederungen Bilder von der Erdoberfläche vergangener Zeiten und ihrer Erscheinungen entworfen werden können, die wirklich Momentaufnahmen darstellen und nicht übereinandergeprägte Sammelbilder aus einem langen Zeitraum. Das Ideal der Paläogeographie, von dem wir noch recht weit entfernt sind, muß daher sein, von jedem durch stratigraphische Forschungen unterscheidbaren Zeitabschnitt, und mag derselbe durch eine noch so dünne Schicht repräsentiert werden, ein geographisches Bild zu entwerfen.

Unter den Methoden, welche die Paläogeographie anwendet, sind besonders zwei zu unterscheiden, die petrographische und die paläontologische. Die paläontologische Methode ist viele Jahrzehnte hindurch fast ausschließlich geübt worden. Und wie dieses in der Entwicklung unserer Wissenschaft begründet liegt, kann es nicht einmal bedauert werden, da erst die Kenntnis des fossilen Inhalts der Gesteine eine Stratigraphie ermöglicht hat, deren Errungenschaften Vorbedingung für jede Paläogeographie sind und bleiben werden. Es braucht kaum erwähnt zu werden, in welcher Weise die paläontologische Methode arbeitet. Eine Kalkbank mit marinen Fossilien z. B. zeigt, daß an einer bestimmten Stelle (wenn nicht bedeutende Lagerungsstörungen vorliegen) und zu einer bestimmten Zeit ein Meer geherrscht hat; eine Tonschieferschicht mit Sumpfgewächsen, deren Wurzelgeflecht in situ erhalten ist, deutet auf eine festländische Sumpfbildung hin. Berücksichtigen wir nun, wie große Gebiete der Erdoberfläche noch unbekannt sind, ganz abgesehen davon, daß fast drei Viertel der Lithosphärenoberfläche durch Bedeckung mit dem Weltmeer der Untersuchung unzugänglich sind, so ergibt sich, daß diese Methode der Untersuchung durch Fragestellungen pflanzen- und tiergeographischer Art ergänzt werden muß, um Aufschluß über noch unbekannte oder der Forschung, wie eben gesagt, für immer unzugängliche Gebiete zu erhalten oder endlich auch für Fälle, wo eine spätere Abtragung ganze Schichtenkomplexe wieder entfernt hat.

Auf paläontologischem Wege Paläogeographie zu treiben, ist naturgemäß nur soweit möglich, wie Fossilien vorhanden sind, d. h. vorderhand zurück bis zum Untercambrium. Für das infolge schlechter Erhaltungsmöglichkeit für Versteinerungen und nachträglicher Umwandlungsvorgänge so gut wie fossilfreie Präcambrium kann die paläontologische Methode der Paläogeographie Verwendung nicht mehr finden. Hier hat die petrographische Methode auszuhelfen, welche neuerdings in immer mehr steigendem Maße berufen ist, der Paläogeographie wertvolle Aufschlüsse zu geben.

Der Weg aber, den eine Sedimentpetrographie, welche solche Ziele im Auge hat, gehen muß, ist kein direkter. Die einfache petrographische Untersuchung, die chemische Analyse und anderes mehr, tun es nicht allein, wenn sie auch stets die Grundlage weiterer Forschungen sein müssen. Wie es der Petrographie der Eruptivgesteine erst mit Hilfe des Experiments und unter Heranziehung physikalisch-chemischer Untersuchungsmethoden und Betrachtungsweisen gelungen ist, Licht in die Gesetze zu werfen, welche die Erstarrung magmatischer Schmelzlösungen regeln, so haben sich die Anfänge einer rationellen Sedimentpetrographie erst entwickeln können, nachdem man gelernt hatte, die Sedimentgesteine nicht als etwas Fertiges, sondern als etwas Gewordenes zu betrachten, mit anderen Worten, nachdem man auch auf sie das Prinzip von *van't Hoff* und *Lyell* anzuwenden vermochte, daß erst das Studium gegenwärtiger Vorgänge uns eine naturgemäße Aufklärung solcher der Vorzeit zu liefern vermag. Hieraus aber erklärt sich die Jugend einer rationellen Sedimentpetrographie als Wissenschaft überhaupt, da wir erst in den letzten Jahrzehnten durch Meeres- und Wüstenforschung über viele Fragen aktueller Ereignisse unterrichtet worden sind, deren Kenntnis zum vollen Verständnis fossiler Gesteine

unerläßlich ist. Das erste, dem sich ein Sedimentpetrograph, welcher der Paläogeographie dienen will, hinzugeben hat, ist daher das Studium rezenter Sedimentbildung. Die Probleme aber, welchen er hierbei begegnet, sind zum Teil geographischer Natur; erst eine geographische Betrachtungsweise enthüllt die Gesetze, welche die Sedimentation sowohl nach ihrem Ort, wie nach ihrer Art regeln. Allerdings ist die Anwendung des Aktualitätsprinzips auf die Entstehung der fossilen Sedimente nicht überall möglich. Z. B. ist seine Verwertung für die fossilen Salzlager nur unter gewissen Voraussetzungen zulässig, die besondere Forschungsmethoden, chemisch-physikalischer Art, nötig machen. Hierauf kann an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Nur soviel sei gesagt, daß die Tatsache des Fehlens rezenter mariner Salzsedimentationen in dem deutschen Zechsteinsalz vergleichbarem Umfange gerade dafür spricht, daß seinerzeit abnorme geographische Verhältnisse geherrscht haben; und hierdurch ließe sich rechtfertigen, *diese* „chemischen" Sedimente gleichsam als „pathologisch" zu betrachten.

Bei der normalen Sedimentation kann man ganz allgemein festländische und marine Sedimentation unterscheiden, entsprechend den festländischen und marinen Vertiefungen der Erdrinde, welche, gerade weil sie als Vertiefungen gegenüber ihren Umgebungen bestehen, infolge des überwiegenden Einflusses der Schwerkraft auf die die verschiedenen Transportarten auslösenden Faktoren, den Denudationsschutt der höher gelegenen Umgebung in sich als Sammeltröge hineinziehen. Nur der Wind ist befähigt, der Schwerkraft entgegen große Staub- und Sandmassen zu verfrachten, aber auch diese sind nicht ganz den der Schwerkraft folgenden Transportkräften des Wassers entzogen und erleiden langsame Verschiebung deren Sinne entsprechend.

Das Material, welches in den genannten Vertiefungen der Lithosphäre zu neuen Sedimenten zusammentritt, kann nun z. T. gar nicht, kann z. T. aber auch auf sehr verschiedene Art und sehr verschieden weit transportiert worden sein, so daß wir es nach seiner Herkunft in eine autochthone und in eine allochthone Gruppe von Komponenten zerlegen. Die allochthone Gruppe zerfällt naturgemäß nach der Transportart weiter in verschiedene Unterabteilungen, wobei wir sehr verschiedene Transportmöglichkeiten unterscheiden, nämlich durch 1. die Schwerkraft allein (Schutthalden, Bergstürze, Muren usw.), 2. das Eis (als Gletscher-, Fluß-, Seeeis; Eisberge), 3. das Wasser (Flüsse, Meeresströmungen), 4. den Wind (Sand- und Staubstürme), 5. vulkanische Explosionen, 6. Organismen (passiv im Wurzelgeflecht von Pflanzen, die an Flußufern losgerissen werden, mit Treibholz usw., aktiv in der Form der Magensteine der verschiedensten Land- und Wassertiere).

Während diese sechs Transportmöglichkeiten für die „klastischen" Trümmerprodukte zerstörter Gesteine in Frage kommen, gilt für andere allochthone Komponenten der Sedimente nur ein Teil dieser Transportarten, so für gelöste Salze z. B. nur der Transport durch Wasser. Hier aber im einzelnen auf diese Dinge einzugehen, ist nicht möglich. Gesagt sei nur, daß eine weitere Zerlegung der Komponenten zweckmäßig ist, und zwar nach ihrer Art, ob minerogenen oder biogenen Ursprungs, und daß die biogenen Komponenten ihrerseits naturgemäß nach dem Lebensbezirk, dem die betreffenden Organismen angehörten, einem benthogenen, nektogenen oder planktogenen Anteil zuzuteilen sein werden.

Die Untersuchung eines jeden rezenten Sedimentes sieht sich nun vor die Aufgabe gestellt, den Anteil dieser einzelnen Komponenten an dem Aufbau derselben auf Grund ihrer durch die Art der Zerstörung und der Transportart oder durch ihre sonstige Herkunft bedingten Eigenart zu ergründen. Daß diese Aufgabe nicht immer leicht, ja vielfach undurchführbar ist, darf nicht davon abhalten, den Versuch zu wagen, da erst hierdurch wichtige Aufschlüsse über die Ursachen der Sedimentation zu erhalten sind. Feinstes, eckiges Gesteinsmehl bildet z. B. den Hauptbestandteil der „glazialmarinen" Sedimente, welche in breitem Gürtel den antarktischen Kontinent umziehen, und dieses Gesteinsmehl ist die ins Meer verfrachtete Gletschermilch des kontinentalen antarktischen Inlandeises. Ein einziger glazialgeschrammter Block in einem marinen Sediment ist ein Hinweis auf die Entfernung, welche Eisbergtransport erlangt hat. Festländische Pflanzenreste in den Tiefen des amerikanischen oder australasiatischen Mittelmeeres deuten darauf hin, welch weite Reisen solches Material unternommen haben kann, bevor es in einem Sediment zur Ruhe kam. Diese wenigen Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, wie wichtige Schlüsse aus einer derartigen systematisch angestellten Untersuchung zu ziehen sind, und welche Ausblicke sich nunmehr für die Paläogeographie eröffnen, wenn es gelingt, das gleiche für fossile Sedimente durchzuführen.

Die Eigenschaften fossiler Sedimente, wie sie dem Sedimentpetrographen vorliegen, sind aber häufig vollkommen andere, als die der ursprünglichen Ablagerung. Der Grund hierfür liegt in einer großen Zahl von Umwandlungen, die verschiedener Art sind und sich in zwei Gruppen zusammenfassen lassen, nämlich in solche, welche unter normalen Verhältnissen auf jedes Sediment, wenn auch verschieden stark und verschieden schnell, einwirken, und zweitens in alle übrigen, mehr zufälligen Erscheinungen, wie Kontakt-, Thermo-, Druck- und Regionalmetamorphose oder auch schließlich die Verwitterung. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, die erste Gruppe mit einem besonderen Namen zu bezeichnen, als welchen wir mit *Joh. Walther*, dem wir viel Anregung auf dem in Rede stehenden Gebiete verdanken, den Ausdruck „Diagenese" wählen wollen. Die Diagenese der Sedimente möchte nun der Verfasser auf diejenigen molekularen und chemischen Umlagerungen beschränken, welche das sedimentierte Material unter dem Einfluß des Mediums, in welchem es abgelagert wurde, erleidet und welchen es eventuell auch noch nach Heraushebung aus diesem Medium

durch die gewöhnliche Bergfeuchtigkeit oder durch zirkulierende vadose Wässer unterlegen ist, soweit dieselben keine fremden (von außerhalb des Sedimentes stammenden) Stoffe gelöst enthalten. Es ist unmöglich, hier die Gesamtheit der in Frage kommenden Vorgänge zu behandeln, erwähnt seien nur als besonders wichtig die Erhärtung der ja anfangs meist lockeren Sedimente, Umkristallisierungen in der Form von polymorphen Umwandlungen oder als Kornvergrößerungs- (Kornregalisierungs-) Vorgang, Konkretionsbildung und Entsalzung. Auch chemische Umsetzungen sind unter Umständen möglich, wenn nämlich das sedimentierte Material unter abweichende Bedingungen des Drucks und der Temperatur gerät, unter welchen einzelne Mineralkomponenten nicht mehr bestandfähig sind, wie das bei Sedimenten als möglich angenommen werden muß, welche unterhalb großer Mächtigkeiten neuer jüngerer Sedimentmassen in größere Tiefen der Lithosphäre hinabrücken. Diese Erscheinungen, welche in weit vorgeschrittenem Stadium in großen Tiefen schließlich zur Herausbildung kristalliner Schiefer führen, sind in ihrer Bedeutung für die Sedimente bis vor kurzem kaum genügend gewürdigt worden, scheinen aber für die Salzlagerstätten nicht ohne Bedeutung zu sein. Gerade bei den Salzen tritt aber ein weiteres hinzu, daß nämlich solche Änderungen auch nach Herstellung der ursprünglichen Bedingungen (durch Wiederheraushebung) deshalb nicht immer wieder rückläufig werden, weil ein Teil der Komponenten (z. B. das Kristallwasser) entwichen sein kann. Wenn wir daher noch bis vor kurzem sagten, daß das Zustandekommen gewisser Salze nach den Angaben der Physikochemiker beträchtliche Temperaturen erfordere und daher eine hohe Bildungstemperatur dieser Lagerstätten voraussetzen lasse, so müssen wir heute erklären, daß die Diagenese der Salzgesteine die Entstehungsbedingungen gleichsam gefälscht haben kann, und daß nicht jede Mineralparagenese, welche wir in einem fossilen Sediment antreffen, ohne weiteres als ein geologisches Thermometer, wie man gesagt hat, für die Entstehungszeit der betreffenden Sedimente abgesehen werden darf. Die Lehre, welche wir auch hieraus ziehen, ist, daß, wer Sedimentpetrographie zum Zwecke des Studiums der Paläogeographie treiben will, sich vertraut zu machen hat mit den Vorgängen der Diagenese, um trotz dieser Umwandlungen die Zusammensetzung des Gesteins aus den oben genannten Komponenten, deren Transportarten und die Art der in letzter Linie für jedes Sediment anzunehmenden Zerstörungsvorgänge älterer Gesteine sowie manche andere Bedingungen aufdecken zu können.

Da jede Sedimentation in unserem Sinne an der Erdoberfläche vor sich geht, bildet jede Schichtfläche eines Gesteins ein Stück der Lithosphärenoberfläche vergangener Zeiten. Der Untersuchung der Sedimentgesteine auf die Beteiligung der einzelnen Komponenten und auf deren Diagenese wird sich daher eine Untersuchung dieser alten Oberflächen anzuschließen haben. Sie enthüllt z. B. Auflösungsvorgänge, welche bereits sedimentierten und verhärteten Kalk am Meeresboden zerstörten und so die Ätzsuturen schuf, die manche marine Kalke auszeichnen, oder sie lehrt Zerstörungsvorgänge kennen, welche durch eine bodenlebende Tierwelt den Schichtflächen und den oberen Gesteinslagen eingeprägt wurden. Andere Erscheinungen kennzeichnen festländische Schichtflächen, wie Trockenrisse, Steinsalzpseudomorphosen, Tierfährten, Regentropfeneindrücke u. a. m., auf die hier nicht mehr näher eingegangen werden soll.

Fassen wir aber zusammen, was im obigen auseinandergesetzt wurde, so können wir aussprechen: Nur mit dem Rüstzeug der Kenntnis rezenter Sedimentbildung und deren geographischer Bedingtheit, sowie der Kenntnis der so mannigfaltigen diagenetischen Umbildungsvorgänge gehe der Sedimentpetrograph an die Lösung paläogeographischer Probleme.

Die Fälle sind wohl selten, wo ernstliche Schwierigkeiten bei der Unterscheidung mariner und kontinentaler Bildungen entstehen können. Früher zwar war es anders. Erst Schritt für Schritt hat sich die Überzeugung Bahn gebrochen, daß neben den überwiegenden marin entstandenen Schichtgesteinen auch eine große Masse festländischer Sedimente zu unterscheiden seien, und es war unter anderen *A. Penck* in seiner „Morphologie der Erdoberfläche", welcher mit Nachdruck für diese nicht nur durch die Eigenschaften der Gesteine, sondern auch schon durch allgemeine geographische Erwägungen gestützte Anschauung eingetreten ist. Aber es ist oft nicht leicht, nun innerhalb dieser beiden großen Sedimentationsbereiche feinere Unterscheidungen zu machen und die kausalen Zusammenhänge aufzudecken, wie es eine moderne Paläogeographie verlangen muß.

Wie hier zu arbeiten ist, auch nur an einer kleinen Zahl von Beispielen zu erläutern, ist in dem Rahmen dieser Darstellung nicht möglich. Nur ein Fall sei besprochen, bei dem die kritische Überprüfung der petrographischen Eigenschaften eines Gesteins unter Berücksichtigung der geographischen Bedingtheiten Zusammenhänge aufzudecken vermag, welche zeitweise in ganz anderen Richtungen gesucht wurden.

Der typische Löß ist, wie heute ziemlich allgemein angenommen wird, ein feinster äolischer Staubabsatz und besteht zum großen Teil aus Quarzsplittern, aber auch anderen Mineralien und einem bis über 30 % hinausgehenden Kalkgehalt. Diese letztere Eigenschaft teilt der Löß mit der Hauptmasse einer Gruppe ganz andersartiger Gesteine, nämlich mit den glazialen Grundmoränen. Diese oder die Geschiebemergel sind nichts anderes als kalkhaltige, Geschiebe führende Tone. Bekanntlich können beide Gesteine in der Nähe der Oberfläche infolge von Verwitterung ihren Kalkgehalt verlieren, sie können „verlehmen", und es entsteht Lößlehm, beziehungsweise Geschiebelehm. Wegen dieser Parallelität der Erscheinungen ist ein Zusammenhang vermutet worden zwischen Grundmoränenbildung, d. h. zwischen Vergletscherungen und Lößbildung. Ein solcher Zusammen-

hang besteht ohne Zweifel in Mitteleuropa, indem unser Löß in der Hauptsache das Ausblasungsprodukt der vom Gletscher soeben verlassenen, großen und kahlen, von Grundmoränen gebildeten Landoberflächen darstellt, sowohl in den Interglazialzeiten wie in der Postglazialzeit. Daß die Schotterfelder glazialer Schmelzwässer und Flüsse ebenfalls Material dazu lieferten, ist durchaus glaubhaft; auch aus den Schotterbetten des Rheinstroms werden noch heute bei niedrigem Wasserstand lößähnliche Staubmassen ausgeblasen. Dieser Zusammenhang der Lößbildung mit Vergletscherungen kann aber nicht ohne weiteres, wie das für den chinesischen Löß von Schantung geschehen ist, auf alle Lößvorkommnisse übertragen werden; mag dasselbe vielleicht auch für Südamerika zutreffen, wo starke Vergletscherungen der Diluvialzeit mit mehreren Interglazialzeiten feststellbar sind, für Ostasien kann es nur sehr beschränkte Geltung haben. Zwar kennen wir Spuren einer ausgedehnteren diluvialen Vereisung im Himalaya und Tianschan, aber es fehlen dem Inneren Asiens doch die riesigen Flächen von Grundmoränen, welche man nach jener Annahme für die ungeheuren Massen des chinesischen Lösses fordern müßte. Das Ausgangsmaterial dieses Lösses muß ein anderes sein. Verfolgen wir hierzu die Entstehung seines Kalkgehaltes. Bei der chemischen Verwitterung von Silikatgesteinen wird Lösliches von Unlöslichem gesondert, und z. B. der Kalk der Kalkfeldspäte in Lösung fortgeführt. Dieser Kalk gelangt ins Flußwasser, das ja hauptsächlich diese Substanz in Lösung enthält, und schließlich ins Meer. Das Meerwasser enthält aber bekanntlich sehr wenig kohlensauren Kalk, da eine Anreicherung desselben wohl dadurch verhindert wird, daß viele Organismen dem Wasser den Kalk entziehen und in ihren Hartteilen aufspeichern. Wesentlich auf diese Vorgänge geht in letzter Linie die Entstehung aller marinen Kalksteine und die Entstehung des Kalkgehalts der Sedimente zurück, soweit nicht sekundär klastische Kalkkomponenten, Kalkgerölle und Kalksand, zu neuem Gestein verkittet wurden. Alle Fälle aber, in denen ein Kalkgehalt auf wässrigem Wege transportiert wurde, sind für die Deutung des Kalkgehaltes sowohl beim Löß wie bei der Grundmoräne auszuscheiden. Wir schließen hieraus auf einen Transport ohne Beteiligung des Wassers, der ja für die Komponenten beider Gesteine zutrifft. Es ist klar, daß auch der Kalkgehalt des Lösses (und der Grundmoräne) in letzter Linie auf chemische Verwitterungsprozesse zurückgeht. Daß diese aber auch in der Wüste nicht stillstehen, zeigt z. B. die Schutzrindenbildung ebenso wie der hohe Kalkgehalt der Wüsten- und Trockengebiete Innerasiens. Nehmen wir diesen aber als gegeben an, so erklärt sich der Kalkgehalt des chinesischen Lösses ungezwungen aus dem Vorherrschen der mechanischen Zerstörungsvorgänge und dem Fehlen wässrigen Abtransportes dieser verhältnismäßig leicht löslichen Substanz in den genannten Trockengebieten. Beides aber ist der Entstehung des Geschiebemergels und des Lösses gemeinsam: Am Anfang steht chemische Verwitterung kalkhaltiger Gesteine. Die weiteren Zerstörungsvorgänge sind wesentlich mechanischer Natur, auf der einen Seite Frostverwitterung und Gletscherschliff, auf der anderen die zersprengende Kraft großer Temperaturunterschiede (Insolation), auskristallisierender Wüstensalze und der Windschliff. Hierdurch nun wird durchaus verständlich — so verschieden auch der Entwicklungsgang im einzelnen verlaufen ist —, daß der chinesische Löß als das ausgeblasene Material der innerasiatischen Trockengebiete so große Übereinstimmungen mit anderen, mitteleuropäischen und südamerikanischen Lößgesteinen zeigt, die über den Umweg der kalkhaltigen Grundmoräne entstanden sind, deren Komponenten bereits andersartigen, allerdings in gleicher Weise wesentlich mechanischen Zerstörungs- und Transportvorgängen unterlegen hatten.

Hiermit will ich schließen. Möge der Leser den vorstehenden Zeilen entnommen haben, welche hohe Bedeutung für die Paläogeographie einer modern betriebenen Sedimentpetrographie innewohnt, von welcher, um ein Wort *F. Zirkels* zu gebrauchen, allerdings eher als von der Eruptivgesteinspetrographie das stolze Anerbieten an die Nachbarn ausgehen darf: „do ut des, ich gebe, damit du gibst."

Zuschriften an die Herausgeber.

Einwände gegen die Relativitätstheorie.

Zu den Bemerkungen des Herrn *Gehrcke* auf Seite 170 der Naturwissenschaften möchte ich folgendes erwidern:

1. Ich habe nicht zugestanden, daß es bisher unmöglich ist, rotatorische Bewegungserscheinungen relativtheoretisch zu behandeln. Vielmehr sind alle diese Fragen prinzipiell vollkommen erledigt, vor allem durch die schönen Arbeiten von *Herglotz*[1]). Wenn Herrn *Gehrcke* die einschlägige Literatur nicht bekannt ist, bin ich gern bereit, ihm genauere Angaben zu machen.

2. Die philosophischen Grundlagen der Relativitätstheorie haben mit seiner logischen Zulässigkeit nichts zu tun. So beweisen z. B. die Mathematiker die logische Zulässigkeit einer nicht-euklidischen Geometrie, bei der die Winkelsumme im Dreieck nicht zwei Rechte beträgt; ob aber diese nicht-euklidische Geometrie in unserer physischen Welt verwirklicht ist, bleibt dabei völlig unentschieden. Man kann diese letztere Frage philosophisch nennen. Der Physiker aber hat nur zu entscheiden, ob die aus der Theorie gezogenen Folgerungen mit den Messungen übereinstimmen. Hierin verhält sich das Relativitätsprinzip genau so wie jede andere physikalische Behauptung. Ferner ist ein eindeutiger Schluß aus einem Experiment auf ein allgemeines Prinzip wohl nie möglich; es ist daher ungebührlich, zu verlangen, daß der Michelsonsche Versuch sich auf keine andere Weise als durch die Relativitätstheorie erklären lasse. Daß er sich durch diese Theorie auf besonders einfache Art verstehen läßt, spricht in derselben Weise für diese Theorie, wie etwa die Einfachheit der Erklärung der magnetischen Ablenkung von Kathoden-

[1]) Die wichtigste dieser Arbeiten findet sich in den Ann. d. Phys. (4), *36*, S. 493, 1911.

strahlen durch die Annahme der Korpuskularstrahlung für diese Annahme spricht.

3. Es seien zwei berechtigte Systeme K und K' gleichförmig gegeneinander bewegt. Ein Beobachter A in K mache mit Hilfe von Lichtsignalen die Uhren in K synchron; ein Beobachter B in K' mache in derselben Weise die Uhren von K' synchron. Dann beobachtet der Beobachter A von K aus, daß die Uhren in K' nicht synchron gehen; der Beobachter B aber beobachtet von K' aus, daß die Uhren von K nicht synchron gehen. Das ist die Behauptung der Relativitätstheorie. Nun ist zweierlei möglich: entweder meint Herr *Gehrcke* in diesen Sätzen eine Auszeichnung des einen Systems vor dem anderen zu entdecken (vielleicht weil ich erst K und dann K' aufgezählt habe? Ich bin gern bereit, die Reihenfolge umzukehren), dann würde jede Verständigung zwischen uns hoffnungslos sein; oder, und das führt zu Punkt

4. Herr *Gehrcke* sieht in obigen Sätzen einen logischen Widerspruch. Ich will nicht noch einmal auf den einfachen *mathematischen* Beweis der Zulässigkeit dieser Behauptungen hinweisen, weil Herr *Gehrcke* offenbar für solche Argumente unzugänglich ist. Dagegen möchte ich ihm wiederum dringend empfehlen, sich mit dem Cohnschen Modell zu beschäftigen. Dieses besteht aus Maßstäben und Uhren aus Holz, Messing und Eisen, die zwei relativ zueinander bewegte Systeme darstellen. Es genügt, nur eine kurze Zeit mit dem Modell zu spielen, um einzusehen, wie die Zeit- und Längenmessung der Relativitätstheorie zustande kommt, ja, wie man naturgemäß dazu kommen muß. Was man in Holz, Messing und Eisen vor sich sieht, von dem wird man schwerlich behaupten, daß es logisch unzulässig sei.

Durch die Erklärung des Herrn *Gehrcke*, es handle sich beim Relativitätsprinzip um eine „Massensuggestion", scheint mir keine bloße „Meinungsdifferenz" zum Ausdruck gebracht. Herr *Gehrcke* hat dieselbe kränkende Behauptung auch in der von ihm besorgten Neuausgabe von *Drudes* Optik aufgestellt. Ist es angängig, daß der Herausgeber eines klassischen Werkes in einem prinzipiellen Punkte seine auf kein eindringendes Studium gestützte Meinung in so verletzender Form zum Ausdruck bringt? Wer dies bejaht, mag auch daran Anstoß nehmen, daß ich statt „Meinungsdifferenz" lieber „Fehde" sage.

Göttingen, 3. 2. 1913. *M. Born.*

Besprechungen.

Amundsen, Roald, Die Eroberung des Südpols. Einzig berechtigte Übersetzung aus dem Norwegischen ins Deutsche von *P. Klaiber*. 2 Bände von zusammen 980 S. Mit 300 Abbildungen, 8 Vierfarbendruckbildern nach Ölgemälden von Prof. *W. E. Lehmann* und 15 Karten und Plänen; geb. M. 22.—. J. F. Lehmanns Verlag in München, 1912.

Als am 6. April 1909 der Amerikaner *Rob. E. Peary* nach jahrelangen, immer wiederholten und auf das sorgsamste vorbereiteten Vorstößen endlich den *Nordpol* erreicht hatte, blieb eigentlich nur noch eine große geographische Entdeckertat *alten* Stiles auf der Erde übrig, die Erreichung des *Südpols*.

Wie allgemein bekannt, gelang sie dem kühnen norwegischen Seefahrer *Roald Amundsen*.

So denkbar fern voneinander die Schauplätze dieser beiden großen geographischen Entdeckertaten räumlich liegen mögen, ein *innerer* Zusammenhang zwischen ihrer rasch aufeinanderfolgenden Entschleierung besteht dennoch. Im Eingangskapitel des II. Abschnittes des vorliegenden Reisewerkes weist *Amundsen* selber mit folgenden Worten darauf hin: „Der Nordpol erreicht! . . . Im September 1909 war die Nachricht bei uns eingetroffen. In demselben Augenblick war mir auch vollständig klar, daß der *ursprüngliche* Plan der dritten Framfahrt — die Erforschung des Nordpolarmeeres dicht um den Pol herum, des ‚Nordpolbeckens' — auf dem Punkte war, zu scheitern. Jetzt mußte rasch und ohne Zögern gehandelt werden, wenn unser Unternehmen gerettet werden sollte. Und ebenso schnell als das Kabel uns die Neuigkeit zugeführt hatte, ebenso schnell war ich auch entschlossen, die Richtung meiner Fahrt zu ändern — nämlich: ganz umzudrehen und den Kiel der „Fram" nach *Süden* zu wenden."

Wie nun die Fahrt zur Durchführung dieses mannhaft schnell und ohne Zagen gefaßten Entschlusses im einzelnen sorgsamst vorbereitet wurde, wie dann der Mannschaft nach der Abfahrt vorerst bis Madeira diese Planänderung verheimlicht wurde, wie weiter auf dem alten treuen Nansenschen[1]) Polarschiff „Fram" („Vorwärts") auf geradem Wege gen Süden gefahren und unter kluger Verwertung alles bisherigen Wissens die Walfischbucht an der Eiskante der sog. „Roß-Eisbarriere" zwischen Victoria-Land und König-Eduards-VII.-Land im Roß-Quadranten der Antarktis (südlich des australischen Kontinents) zum Landungs- und Überwinterungsplatz auserkoren und die sich trefflich bewährende Winterhütte aufgebaut wurde, wie *Amundsen* nach der Landung (14. Januar 1911) und vor Hereinbruch der Winternacht in der Zeit bis zum 11. April 3050 kg Vorräte in drei, 9 km im Umkreis durch Flaggen gesicherten Depots bis zum 82. Grad südlicher Breite vorschob, wie endlich 12 Teilnehmer der Landungsabteilung trotz grimmigster, bis auf — 58,5° (am 13. August) sinkender Winterkälte bis zum 20. Oktober in bestem Gesundheits- und Seelenzustand im „Framheim"-Winterquartier aushielten und wie sich der Führer äußerlich und innerlich auf die große Tat des sommerlichen Vorstoßes zum Pol vorbereitete, alles dieses erfährt der Leser im trefflich übersetzten *ersten* Band des frisch und lebendig, bald humorvoll, bald mannhaft ernst geschriebenen Buches. Dazu findet er am Eingang dieses *ersten* Bandes eine eingehende Darstellung *aller* bisherigen antarktischen Unternehmungen, aus deren neidlos anerkennendem Ton jeder ersehen wird, wie unrecht man *Amundsen* getan hat, wenn man ihm Rücksichtslosigkeit und Nichtachtung seiner Vor- und Mitkämpfer, speziell der gleichzeitig mit ihm draußen arbeitenden Engländer hat vorwerfen wollen. Auf S. 151 des ersten Bandes erklärt *Amundsen* in dieser Hinsicht schlicht und nachdrücklich: „*Scott* hatte erklärt, er wolle *Shackletons* Weg nehmen, und damit war die Sache für mich erledigt. Während des langen Aufenthalts auf Framheim kam auch nicht ein einziger von uns auf diesen Gedanken. *Scotts* Weg war für uns einfach unmöglich." Ebenso den Verfasser ehrend sind die stets wiederkehrenden Worte der Anerkennung, welche *Amundsen* bei jeder Gelegenheit für seine Kameraden findet; wie er denn an den Eingang seines Werkes die Widmungsworte stellt: „Der tapferen kleinen Schar, die an jenem Abend auf der Reede von Funchal auf Madeira gelobte, mir bei der Eroberung des Südpols beizustehen."

Im *Band II* erlebt dann weiter der Leser (zunächst im 6. Abschnitt, S. 501—665) das historische Ereignis der wahrhaft denkwürdigen *Polarfahrt* von „Framheim" unter 78½° südlicher Breite direkt südlich bis zum Pol in den 99 Tagen vom 20. Oktober 1911 bis

[1]) *Nansens* denkwürdige Eisdrift fand 1893—1896 statt.

zum 26. Januar 1912 (hin und zurück im ganzen eine Strecke von 3000 km).

Wir begleiten die fünf todesmutigen Männer (*Amundsen, Hanssen, Wisting, Hassel* und *Bjaaland*) mit ihren vier Schlitten zu anfänglich 13 Hunden über die große, etwa 45 m über dem Meere gelegene Roß-Eisplatte bis hin zum über 3000 m hohen Rand des antarktischen Kontinents; wir klimmen mit hinauf und erleben die dräuenden Gefahren der Gletscherspalten des Teufelsgletschers; wir bangen um das Leben der Unverdrossenen in dem Toben der zwischen —20 bis — 50° kalten antarktischen Eis- und Schneewüste; wir freuen uns mit ihnen, wenn sie am 8. Dezember 1911 die *bisher* höchste südliche Breite von 88° 23' (von *Shackleton* auf der zweiten britischen antarktischen Expedition am 9. Januar 1909 erreicht!) glücklich überschritten haben, und wir jubeln mit ihnen, als sie zwischen dem 14. und 17. Dezember 1911 in 3070 m das Land um den Südpol wirklich erreichen und frischen Mutes durchstreifen. Man muß selber lesen, wie schlicht und tief ergreifend *Amundsen* den historischen Moment der Flaggenhissung auf König-Haakon-VII.-Land schildert (Bd. 2, S. 614 ff.)!

Was sonst den zweiten Band füllt, ist selbst neben dieser denkwürdigen schlichten Reisechronik noch wertvoll genug. Kapitel 7 schildert die Rückfahrt auf der einen Tag nach Rückkehr der Südpolentdecker (genau so *pünktlich*, wie verabredet!) von ihren gefahrvollen und ergebnisreichen Streifzügen im südlichen und mittleren Atlantischen Ozean nach Framheim zurückgekehrten „Fram". Kapitel 8 berichtet über die Ergebnisse der von Framheim zu gleicher Zeit mit *Amundsen* unter Leutnant *Chr. Prestrud* ausgeführten, ergebnisreichen Schlittenreise der Ostabteilung nach König Eduard-VII.-Land (vergl. Kartenskizze Bd. 2 S. 699). Kapitel 9 schildert die *gesamten* diesmaligen Seefahrten der Fram und die auf ihr vorgenommenen wissenschaftlichen, vor allem ozeanographischen Arbeiten: 1. während der Fahrt von Norwegen bis zur Eisplatte; 2. durch den südlichen Stillen und mittleren Atlantischen Ozean via Buenos Aires, wieder zurück zur Eisplatte und endlich 3. von Hobart auf Tasmanien um Cap Horn zurück nach Europa (vergl. Karte am Ende von Bd. 2). Der Autor dieses Kapitels ist der um alle diese Fahrten des wackeren Schiffes in erster Linie verdiente Kapitän des „Fram" *Th. Nilsen*. Er schließt seine Darstellungen mit den einfachen aber vieles verratenden Worten: (vergl. Bd. 2, S. 862) „Seit der „Fram" am 7. Juni 1910 Christiania verließ, sind wir zweimal rund um die Erde gefahren; die zurückgelegte Entfernung beträgt ungefähr 54 400 Seemeilen (100 900 km). Am 7. Juni 1912, dem zweiten Jahrestag der Abfahrt von Christiania, reisten sämtliche Teilnehmer an der Forschungsreise mit Ausnahme von *Amundsen* und mir, nach Norwegen ab, und die *erste Hälfte des Unternehmens war damit glücklich vollendet.*" *Nilsen* weist mit diesen letzten Worten zurück auf den Anfang der Reiseschilderung, in welcher die Abänderung des ursprünglichen Planes: einer auf 5 Jahre berechneten Drift durch das Polarmeer (von der Behringstraße aus) zugunsten des Südpolplanes geändert wurde. Es mag hier erwähnt sein, daß mittlerweile bekannt geworden ist, daß *Amundsen* diesen zweiten Teil seines Forscherplanes aus expeditionstechnischen Gründen mittlerweile um ein Jahr hinausgeschoben hat, sonst aber mehr denn je an ihm festhält und zweifellos auch leichter und reichlicher als *vor* der Südpolfahrt die Mittel dazu erhalten wird.

Nachdem dann im 10. Abschnitt des *zweiten* Bandes der Kommandeurkapitän *Chr. Blom* über die an *Colin Archers* Meisterwerk der „Fram" vor der Ausreise vorgenommenen Umbauten und Verbesserungen unter Beifügung von schiffbautechnischen Tafeln Bericht gegeben hat, folgen in Kapitel 11 vorläufige kurze Angaben über die für die Wissenschaft besonders wertvollen *meteorologischen Beobachtungen* auf *„Framheim"*, und zwar aus der Feder von *B. J. Birkeland.*

Als kältester Monat auf der Eisplattenstation Framheim ergibt sich hieraus der August mit einer Mitteltemperatur von — 44,5 °. An zusammen 14 Tagen dieses Monats sank die Temperatur unter —50°. Die niederste Temperatur wurde am 13. August mit 58,5 ° beobachtet, der wärmste Tag dieses Monats zeigte — 24 °. Im Oktober näherte sich der Frühling und im Dezember erreichte in „Framheim" die Temperatur ein Monatsmittel von — 6,6 ° und einen Höchstwert von — 0,2 ° C. Eine Temperatur *über* Null ist selbst im wärmsten Sommer nicht eingetreten.

Die Beobachtung der durchschnittlichen *Windgeschwindigkeit* hat an der Station im Durchschnitt aller 10 Beobachtungsmonate nur 3,4 m pro Sekunde ergeben. Auch waren in dem ganzen Zeitraum nur 11 wirkliche Sturmtage. Beinahe der dritte Teil aller Winde wehte aus *Osten*. Auch die häufigste Sturmrichtung war Osten und Nordosten.

Sehr interessant sind die wenigen in Kap. 12 von *J. Schetelig* gegebenen Angaben über die von der Expedition mitgebrachten *Gesteinsproben*. Es handelte sich sowohl bei den 20 von *Amundsen* aus dem Bereich der Königin-Maud-Gebirgskette (in der unmittelbaren südwestlichen Fortsetzung der Gebirgszüge der von *Scott* und *Shackleton* untersuchten Hochgebirgslande des Victoria-Landes) mitgebrachten Proben sowie bei den 30 Stücken, welche Leutnant *Prestrud* vom Scott-Felsen des König-Eduard-VII.-Land erbeutete, ausschließlich um granitische Gesteinsarten und kristalline Schiefer. Es sind *keine* Proben von Sedimentgestein darunter. Vor allem auffallend erschien *Schetelig* bei seiner Untersuchung der aus zwei so weit voneinander entfernten Punkten der Antarktis stammenden Proben ihre große Ähnlichkeit untereinander sowie mit den Proben der britischen Expedition. Es scheint danach schon aus diesen wenigen geologischen Funden eine weitere Stütze für die auch auf Grund der Amundsenschen Kartenaufnahmen (vgl. die Karten am Ende von Bd. 1 und 2) wahrscheinliche Annahme gegeben zu sein, welche dahin geht, daß einerseits das Grundgebirge der Königin-Maud-Gebirge die unmittelbare Fortsetzung der alten Gebirgsscholle des Victoria-Landes ist, daß anderseits aber auch das Eduard-VII.-Land damit direkt verbunden ist. Dadurch wird gleichzeitig jene Vermutung unwahrscheinlich, daß das west- und ostantarktische Festland an der engsten Stelle zwischen Roß-See und Weddell-Meer durch einen *Meeresarm* getrennt wird, eine Vermutung, welche noch die deutsche Filchnersche antarktische Expedition bei ihrem Aussegeln im Mai 1911 hatte und welche aufzuklären oder zu verwerfen ihr als eines ihrer wesentlichen Ziele galt.

Im 13. Kapitel des Werkes finden wir endlich eine vorläufige Übersicht der im Jahre 1910 im nördlichen und im Jahre 1911 im südlichen Atlantischen Ozean (vgl. den Track der Fram auf Karte 2 des zweiten Bandes) gemachten wissenschaftlichen, *ozeanographischen Untersuchungen*. *Fritjof Nansen* und der treffliche Bergener Ozeanograph *Helland Hansen* haben sich um die Abfassung dieses Berichtes bemüht, ebenso wie sich beide bereits vor der Ausfahrt um die Aufstellung eines Erfolg versprechenden ozeanographischen Arbeitsplanes und um die Zusammenstellung der instrumentellen Ausrüstung mit den nötigen modernen Apparaten verdient gemacht hatten. Die Fahrt der „Fram" 1910, welche als Probefahrt *vor* der eigentlichen Ausreise die Gewässer zwischen den britischen Inseln und Island zum Ziel hatte (vgl. Skizze, Bd. 2, S. 917), wurde, wie dieser

Bericht zeigt, für die *Kenntnis des Golfstroms* von großer Wichtigkeit, um so mehr, als diese Reise zeitlich mit einer analogen Forschungsfahrt *F. Nansens* auf dem Kanonenboot „Fritjof" und einer solchen *A. Murrays* und *Hjorts* auf dem norwegischen Forschungsdampfer „Michael Sars" zusammenfiel. Nicht minder ertragreich erwies sich der ozeanographische Schleifenzug der „Fram" zwischen Südamerika und Südafrika, welchen das Schiff unter Kapitän *Th. Nilsen* im Juni—August 1911 von Buenos Aires aus im südlichen Atlantischen Ozean durchführte. (Man vgl. Näheres Bd. 2, S. 925—947 und die dort gegebenen Zeichnungen, Skizzen und Diagramme.)

Der zweite Band endet im 14. Abschnitt mit einem Brief von Oberlehrer *Anton Alexander* in Skien an *Amundsen*, nachdem der erstere die genaue Prüfung der von *Amundsen* heimgebrachten Originalbeobachtungsmaterialien zur Ortsbestimmung auf seiner Polarfahrt durchgeführt hatte. Beigegeben sind eine Reihe faksimilierter Tagebuchblätter *Amundsens*, namentlich der Beobachtungstage am Pol. *Alexanders* Gutachten schließt mit folgenden Worten: „Das Ergebnis meiner Untersuchung ist, daß Sie den Südpol in einer Entfernung *passiert* haben, die nach der einen Seite höchstens 2½ km, nach der anderen höchstens 2 km betragen haben kann, daß Sie aber, wenn der für Polheim angenommene wahrscheinliche Ort genau richtig ist, den *Polpunkt* in einer Entfernung von 400 bis 600 m, ja vielleicht noch näher passiert haben."

Überblickt man noch einmal das auf dieser Expedition Geleistete, so wird man mit den Worten aus *Nansens*, dem Werke vorangesandten, einführenden Bemerkung einverstanden sein: „Alles, das Große und das Kleine, war bis in alle Einzelheiten durchdacht — und der Plan wurde glänzend durchgeführt. Auf den *Mann* kommt es an, hier wie überall!"

Ebenso wird man den Worten zustimmen, welche *A. Penck* gelegentlich der glänzenden, außerordentlichen Sitzung der Gesellschaft für Erdkunde am 9. Oktober 1912 zu Berlin bei Verleihung der goldenen Humboldt-Medaille an den Forscher richtete: „Wie bei anderen Dingen, hat auch in der Polarforschung Aussicht auf Erfolg nur derjenige, der Kühnheit mit durchdringender Sachkenntnis paart. Die zahlreichen Mißerfolge, von denen die Entdeckungsgeschichte der Arktis und Antarktis erzählt, lassen sich größtenteils auf die einfache Formel zurückführen, daß dem Leiter es entweder an einem oder anderem gebrach. Möchte bei Entsendung von weiteren Polarexpeditionen immer im Auge behalten werden, daß die persönlichen Eigenschaften und die durchdringende Erfahrung des Leiters die Hauptgewähr für den Erfolg sind."

Neben dieser großen Erfahrung, wie sie sich in der Tat *Amundsen* 1897—1899 mit *de Gerlache* in der Antarktis, 1901 in Nordostgrönland, 1903—1907 auf der kühnen „Gjöa"-Fahrt zum magnetischen Nordpol und durch die vor ihm niemals bezwungene „Nordwest-Passage" nördlich von Nordamerika erworben hatte, darf man aber eins nicht vergessen, dessen *Amundsen* sich auch stets bewußt blieb: Ohne die Erfahrungen seiner Vorgänger, vor allem der letzten beiden erfolggekrönten *britischen* Expeditionen im gleichen Quadranten der Antarktis unter *Scott* und *Shackleton* würde auch *Amundsen* vielleicht nicht zum Ziel gelangt sein!

Max Friederichsen, Greifswald.

Hennicke, Carl R., Handbuch des Vogelschutzes. Magdeburg, Creutzsche Verlagsbuchhandlung. 1912. Preis brosch. M. 6,50, geb. M. 7,50.

Der vorliegende stattliche Band behandelt nicht bloß den Vogelschutz der Jetztzeit, sondern gibt auch (von *R. Hermann* bearbeitet) eine Geschichte des Vogelschutzes. *Hennicke* will den Vogelschutz mehr aus ethischen und ästhetischen Rücksichten betrieben wissen und nicht, wie es früher der Fall war, lediglich aus wirtschaftlichen Gründen. Er faßt ihn als einen Teil des Heimatschutzes auf und legt den Hauptwert auf die Erhaltung möglichst sämtlicher vorhandenen Vogelarten, auch der vermeintlich schädlichen, ohne dabei in Sentimentalitäten zu verfallen. *Hennicke* ist ein Schüler *Liebes*, des Begründers des wissenschaftlichen Vogelschutzes, und wirkt ganz im Sinne seines Lehrers, der vor allem auf die Kenntnis des Vogellebens drang. Der Inhalt des Werkes zerfällt in fünf Bücher, deren erstes die Notwendigkeit des Vogelschutzes nachweist. Der Hauptgrund der Abnahme unserer Vogelwelt bzw. gewisser Arten liegt in den veränderten Kulturverhältnissen unseres Bodens. Ein zweiter Grund für die Abnahme liegt in der Verfolgung der Vögel durch den Menschen, der den Vögeln aus verschiedenen Gründen nachstellt (Fang für den Käfig, zu Nahrungs- und Modezwecken, aus wirtschaftlichen Gründen usw.). Kurz wird auch die Abnahme der Vögel durch tierische Feinde und durch natürliche Ereignisse behandelt. Das zweite Buch enthält die Begründung des Vogelschutzes; der Standpunkt des Verfassers ist schon oben angedeutet. Ausführliches bringt derselbe über die wirtschaftliche Bedeutung der Vögel. Im dritten Buche behandelt der Verfasser die Ausführung des Vogelschutzes, wobei er den Schwerpunkt auf die Beschaffung von Nistgelegenheiten legt. Zu dem Kapitel: Vogelschutz durch die Verwaltungsbehörden möchte ich ergänzend hinzufügen, daß in der Unstimmigkeit der Vogelschutzgesetze und der Jagdgesetze der einzelnen deutschen Staaten ein Hauptgrund für die Vernichtung gerade der für das Landschaftsbild wichtigen Vogelgestalten liegt. Denn was nutzt es, wenn z. B. die Eulen, Turmfalken oder Bussarde vom Vogelschutzgesetz geschützt, vom Jagdgesetz aber freigegeben sind? Eine Revision der Jagdgesetze im Sinne der Vogelschutzgesetzgebung wäre dringend vonnöten. Auch die Verteilung von Geldprämien an diejenigen, die die Erhaltung an sich schädlicher Vogelarten (ich denke hier an Uhu und Fischadler) sich angelegen sein lassen, wäre in Erwägung zu ziehen. Die Geldprämie würde einen Ersatz für den Schaden, den der betr. Grundstücks- bzw. Jagdbesitzer durch den betr. Vogel erleidet, darstellen. Das vierte Buch bietet eine Geschichte des Vogelschutzes vom Altertum bis auf unsere Zeit, während das fünfte Buch die Gesetzgebung des Vogelschutzes in den Vereinigten Staaten und den deutschen Bundesstaaten behandelt. Ein reichhaltiges Literaturverzeichnis gibt dem, der sich noch weiter mit den einzelnen Kapiteln beschäftigen will, erwünschte Fingerzeige. *Das ganze Werk*, das ich ein Handbuch der praktischen Biologie der Vögel nennen möchte, ist unentbehrlich für den, der sich mit Vogelschutz beschäftigen muß, und *steht bisher in der Literatur einzig da.* Die zahlreich eingestreuten Illustrationen sind zweckentsprechend.

Dr. Koepert, Dresden.

Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus. Im Auftrage der Königl. preuß. Akademie der Wissenschaften herausgegeben von A. Engler. Heft 55—57. (Leipzig 1912, Wilhelm Engelmann.) Preis Heft 55 M. 6.80, Heft 56 M. 4.—, Heft 57 M. 7.20.

Die erste Lieferung des monumentalen, reich illustrierten Werkes, das jetzt bis zum 57. Heft gediehen ist, erschien im Jahre 1900, als die von Geheimrat *Engler* herausgegebenen „Natürlichen Pflanzenfamilien" ihrem Abschlusse nahe waren. Über dieses Werk geht das jüngere durch eine Aufzählung und Beschreibung aller bekannten Arten hinaus. Die Diagnosen sind lateinisch, alles übrige ist deutsch (außer in einigen wenigen

englisch geschriebenen Monographien). Die einzelnen Hefte umfassen entweder je eine kleinere Familie oder eine Gruppe einer größeren Familie; zuweilen sind auch mehrere kleine Familien in einem Hefte vereinigt. Naturgemäß ist der Umfang der einzelnen Hefte außerordentlich verschieden; er schwankt zwischen 40 und mehr als 800 Seiten. Als Zeugnis für die Genauigkeit und Vollständigkeit der Speziesbeschreibung sei nur das Beispiel der Gattung Carex erwähnt, von der auf 700 Seiten nahezu 800 Arten beschrieben sind. Da die Reihenfolge des Erscheinens der einzelnen Familien nicht an das System gebunden ist, so sind erst wenige natürliche Gruppen oder „Reihen" von Familien zum Abschluß gelangt. Es sind das von Monokotylen die an Zier- und Nutzpflanzen reiche Reihe der Scitamineen (Musaceen, Marantaceen, Zingiberaceen, Cannaceen) und die Pandanales (Typhaceen, Pandanaceen, Sparganiaceen), von Dikotylen die Primulales (Myrsinaceen, Theophrastaceen, Primulaceen). Von den monokotylen Wasserpflanzen der Reihe „Helobiae" fehlen nur noch die Hydrocharitaceen. Von großen Familien sind stark gefördert die Euphorbiaceen (5 Hefte), die Araceen (4 Hefte), und die Orchidaceen (4 Hefte). Aus dem Gebiete der Kryptogamen ist bisher nur die sehr umfangreiche Darstellung der Torfmoose erschienen. An den veröffentlichten Monographien sind 35 Verfasser beteiligt. Ein besonderer wissenschaftlicher Beamter, Prof. *Harms*, führt die Geschäfte des großen Unternehmens, das noch auf lange Zeit hinaus unsern Spezialforschern zu tun geben wird. Die neu erscheinenden Hefte sollen hier, wie dies früher regelmäßig in der „Naturwissenschaftlichen Rundschau" geschehen ist, unter Hinweis auf einige allgemein interessierende Züge der behandelten Familien kurz besprochen werden.

Heft 55 (134 S., Pr. 6,80 M.). Araceae — Philodendroideae — Philodendreae von A. Engler und K. Krause. Allgemeiner Teil, Homalomeninae und Schismatoglottidinae mit 678 Einzelbildern in 77 Figuren von A. Engler.

Die tropischen Philodendroideae, die eine Unterfamilie der Arongewächse (Araceae) bilden, und von denen viele Arten als Zierpflanzen kultiviert werden, sind zumeist Halbsträucher oder kletternde, selbst baumartige Sträucher, selten ausdauernde Kräuter (Stauden). Heimisch ist diese Pflanzengruppe teils in Amerika, teils im asiatischen Monsungebiet bis zum Bismarckarchipel hin. Die Blüten, die an dem von einer Scheide umhüllten charakteristischen Kolben sitzen, sind nackt und eingeschlechtig, doch treten an den weiblichen Blüten mancher Arten neben dem Stempel noch Staubblattrudimente (Staminodien) auf. Kleine Insekten können die Bestäubung vermitteln; die Annahme, daß Philodendron an die Befruchtung durch Schnecken angepaßt sei *(Ludwig)*, hält *Engler* für unrichtig. Der Verfasser hat die Philodendroideae in 7 Tribus geteilt und gibt im vorliegenden Heft außer der allgemeinen (morphologischen, anatomischen, ökologischen und pflanzengeographischen) Charakteristik, sowie des Systems der Unterfamilie nur die Beschreibung der beiden ersten Subtribus (Homalomeninae und Schismatoglottidinae) der ersten Tribus (Philodendreae). Die formenreichsten der sieben Gattungen sind Homalomena (etwa 80 Arten), von der sechs Arten den tropischen Anden, alle übrigen dem Monsungebiet angehören, und die gleichfalls im Monsungebiet verbreitete Schismatoglottis (75 Arten). Piptospatha hat acht Arten, die zumeist auf Borneo vorkommen. Dort finden sich auch die beiden Arten von Microcasia sowie die nur in je einer Species vertretenen Gattungen Bucephalandra und Gamogyne. Die gleichfalls monotypische Diandriella ist in Neu-Guinea heimisch.

Heft 56 (77 S., Pr. 4 M.). Cannaceae mit 80 Einzelbildern in 16 Figuren von Fr. Kränzlin.

Die in die Reihe der Scitamineae gehörige Monokotylenfamilie der Cannaceae enthält nur eine einzige Gattung, deren typischer Vertreter die allbekannte Canna indica ist. Hinsichtlich der näheren Verwandtschaft kommen nur die Marantaceen in Betracht. Alle Arten sind Stauden; die kleinsten haben etwa 60 cm, die größten erreichen etwa 4 m Höhe. Der Bau der absolut unsymmetrischen Blüte „hat den scharfsinnigsten unserer Morphologen schwere Bedenken geschaffen", worüber Verf. eingehende Mitteilungen macht. Selbstbestäubung ist die Regel, doch kann auch Fremdbestäubung stattfinden. Die Samen bewahren lange ihre Keimkraft (für Canna edulis sind 30 Jahre nachgewiesen worden), auch ist es bemerkenswert, daß die Keimkraft der Samen von C. indica, die zu Rosenkränzen verarbeitet werden, durch das Durchbohren nicht zerstört zu werden scheint. Die Frage der geographischen Verbreitung der Canna-Arten bietet große Schwierigkeiten, da sie überall kultiviert werden und sehr häufig verwildern. In den Lehrbüchern findet man als Heimat der Familie nur das tropische und subtropische Amerika angegeben; *Kränzlin* aber führt eine Anzahl von Arten auf, die sicher paläotropisch sind. C. indica, deren Name oft genug für beinahe alle Arten gebraucht worden ist, stammt trotz dieses Namens sicher aus Amerika. Über die Einteilung der Gattung verbreitet sich der Verf. in sehr ausführlicher Weise. Er teilt das Genus nach der Zahl der blattartigen Staminodien in zwei Untergattungen, Distemon mit 7 und Eucanna mit 25 Arten.

Heft 57 (1478., Pr. 7,20 M.) Euphorbiaceae — Acalypheae — Chrozophorinae, mit 116 Einzelbildern in Figuren unter Mitwirkung von Käthe Hoffmann, von F. Pax.

Die Chrozophorinen sind eine sowohl in der alten wie in der neuen Welt verbreitete Gruppe der Wolfamilchgewächse, die teils als Bäume, teils als größere Sträucher, teils auch als Stauden und als einjährige Kräuter auftreten. Ein paar Chrozophora-Arten (Kräuter) finden sich auch im Mediterrangebiet; C. tinctoria dringt nördlich bis Dalmatien vor. Diese Pflanze, die schon den Ärzten des Altertums bekannt war, hat arzneiliche Verwendung gefunden — so als Mittel gegen Würmer —, ist aber in ausgedehnterem Maße zu Färbzwecken benutzt worden. Man erhielt aus ihr einen blauen Farbstoff, die Bezetta coerulea oder Torna solis, zu deren Gewinnung die Pflanze früher in Languedoc kultiviert wurde. Durch Behandlung des blauen Farbstoffs mit Säuren erhielt man die Bezetta rubra oder Bambazetto, die ebenso wie der blaue Farbstoff mannigfache Verwendung fand. Gegenwärtig bietet keine der Chrozophorinen praktischen Nutzen. Von den 20 Gattungen ist die ganz amerikanische Ditaxis die formenreichste; 43 Arten von ihr werden beschrieben. Die Gattung Caperonia ist mit 33 Arten, teils in Amerika, teils in Afrika vertreten. Die 18 Arten von Chiropetalum sind alle amerikanisch, während Neomanniophyton mit seinen 12 Arten gänzlich dem tropischen Afrika, Agrostistachys mit ihren 11 Arten dem Monsungebiet angehört. *F. Mocues.*

Muschler, Reno, A Manual Flora of Egypt. With a preface by Prof. Paul Ascherson and Prof. Georg Schweinfurth. Berlin 1912. R. Friedländer & Sohn. Preis M. 40,—.

Vor 25 Jahren (1887 und 1889) haben *P. Aschersun* und *G. Schweinfurth* ein Verzeichnis der in Ägypten beobachteten Blütenpflanzen mit ihren Standorten gegeben, in dem nur die als neu erkannten Arten oder Formen beschrieben wurden. Herr *Muschler* hat sich daher die

dankenswerte und für die Wissenschaft wichtige Aufgabe gestellt, die ägyptischen Pflanzenarten mit genauen Beschreibungen, Standorten in Ägypten und der allgemeinen Angabe ihrer weiteren Verbreitung herauszugeben. Dazu kommt noch, daß seit 1889 viele neue Arten und viele neue Standorte durch die Forschungen des Herrn *Muschler* selbst sowie durch die Forschungen der Herren *G. Schweinfurth, P. Ascherson, E. Sickenberger* u. v. a. bekannt geworden sind. Während *Ascherson* und *Schweinfurth* 1889 noch 1313 Arten von Blütenpflanzen aufzählen, führt Herr *Muschler* in diesem Werke 1500 Arten derselben auf, in denen freilich die durch die Kultur in Ägypten eingeführten Arten mit einbegriffen sind.

Wie schon aus dem Titel hervorgeht, ist das Werk mit Rücksicht auf die zahlreichen nach Ägypten gehenden Fremden aller Nationalitäten in englischer Sprache geschrieben. Wie schon hervorgehoben, werden von den Familien, Gattungen und Arten genaue erschöpfende Beschreibungen gegeben, so daß der sich für die Pflanzenwelt eingehender interessierende Reisende die ihm begegnenden Arten bestimmen kann. Bei jeder Art ist außerdem die auf ihr Auftreten in Ägypten bezügliche Literatur genau zitiert und namentlich auch die etwa erschienenen Abbildungen derselben. Nach der Beschreibung sind die Standorte, an denen sie beobachtet ist, in geographischer Anordnung angeführt und danach, wie schon erwähnt, ihre weitere Verbreitung außerhalb Ägyptens in allgemeinen Zügen. Auch werden die ägyptischen, von der Bevölkerung gebrauchten Vulgärnamen nach den Angaben der Reisenden angegeben. Dieser beschreibende Abschnitt bildet natürlich den Hauptteil des Werkes. Doch werden noch 7 Anhänge gegeben. Ich erwähne zunächst den sechsten Anhang, der eine eingehende Erklärung der bei den Beschreibungen angewandten Ausdrücke bringt.

Der erste Anhang gibt eine kurze Geschichte der botanischen Erforschung Ägyptens, in der die botanische Literatur in chronologischer Zeitfolge zusammengestellt und gewürdigt ist. Der zweite Anhang bringt eine wichtige pflanzengeographische Betrachtung der ägyptischen Pflanzenwelt in Zusammenhang mit den klimatischen Verhältnissen und der geologischen Beschaffenheit des Bodens. Im dritten Anhange wird eine Tabelle über die Verbreitung der ägyptischen Pflanzen in Ägypten selbst gegeben, während der vierte Anhang eine ausführliche Tabelle über deren Verbreitung in den Mittelmeerländern bringt. Der fünfte Anhang bringt die Liste der am häufigsten gezogenen Nutzpflanzen und Gartengewächse in Ägypten. Und der siebente Anhang gibt die alphabetisch angeordnete Liste der, wie oben erwähnt, angeführten arabischen Pflanzennamen, so daß auch der nicht botanisch geschulte Reisende aus den Bezeichnungen der Eingeborenen die ihn interessierende Pflanze im Werke auffinden und sich über dieselbe informieren kann.

So hat der Verfasser ein für den interessierten Reisenden praktisches und für die wissenschaftliche Kenntnis Ägyptens wichtiges Werk geschaffen. *P. Magnus.*

Grafe, Dr. V., Einführung in die Biochemie. Leipzig und Wien 1913. Franz Deuticke. Preis brosch. M. 13.—, geb. M. 14.50.

Die Biochemie ist in den letzten drei Jahrzehnten der mächtigste Zweig der Tier- und Pflanzenphysiologie geworden, denn die Grundlage alles Werdens sind chemisch-physikalische Prozesse, und nur die genaue Kenntnis der chemischen und physikalischen Vorgänge innerhalb des Organismus kann uns die Einblicke in die Lebensvorgänge vermitteln. Alle Zweige der Physiologie sind von biochemischen Befunden durchsetzt; jeder also, der erfolgreich physiologisch arbeiten will, muß von der Biochemie ausgehen. Eine große Reihe ausgezeichneter Lehr- und Handbücher ist mit der Entwicklung der Biochemie Hand in Hand gekommen, aber sie alle sind entweder zu sehr spezialisiert oder wenigstens für den Anfänger oder gar für den Nichtfachmann zu umfangreich und zu viel voraussetzend. Dazu kommt noch, daß kaum jemals bisher die biochemischen Vorgänge im Tier- und Pflanzenkörper gemeinsam und vergleichend in einem Lehrbuche bearbeitet worden sind, obgleich alle neueren Forschungsergebnisse zeigen, daß beide Reiche eine physiologische und besonders eine biochemische Einheit bilden. Das vorliegende Buch will besonders dem Anfänger und Nichtfachmann eine Einführung in das riesige Gebiet sein, indem es, wiewohl die Elemente der Chemie und Physik voraussetzend, doch in den einleitenden Kapiteln die allgemeinen physiko-chemischen Gesetze der Zellarbeit, also osmotischen Druck, Diffusion, elektrolytische Dissoziation, Massenwirkungsgesetz, die Hauptsätze der Wärmelehre, die chemische Lichtarbeit, das Wichtigste über die Kolloide usw., behandelt und im zweiten Kapitel auch das organische Material der Zellarbeit von Grund auf erläutert, wobei besonders auf die biogenetischen Beziehungen der einzelnen Stoffe hingewiesen wird. Naturgemäß nehmen die Erörterungen über Proteine und Enzyme einen breiteren Raum ein. Die neuesten Forschungen haben gezeigt, daß für das Wesen der Zellfunktion besonders die Art der Durchlässigkeit der einzelnen Stoffe durch die Plasmahaut und demnach deren chemische und physikalische Struktur eine große Rolle spielt; ein besonderes Kapitel behandelt also die lebenswichtigen Zellstrukturen. Die Behandlung der Aufbau- und Abbauprozesse in den Organismen ist in der Weise angeordnet, daß der Kreislauf des Stoffes deutlich zutage tritt. Im Vorgange der Kohlensäureassimilation bereitet die grüne Pflanze aus Kohlensäure und Wasser unter Mitwirkung ihres Chlorophyllapparates und der Energie des Sonnenlichtes die organische Nahrung für sich und die übrige Lebewelt. Mechanik und biochemische Apparatur dieses lebenschaffenden Vorganges sind eingehend abgehandelt. Der zweite wichtige, in der Pflanze sich abspielende Vorgang ist die Assimilation von Stickstoff zum Zwecke des Aufbaus von Proteinen. Die gebildeten Stoffe werden sowohl in der Pflanze selbst zum Zwecke des Kraftgewinnes abgebaut, als vom Tiere übernommen und auch in dessen Körper abgebaut und verbrannt. Resorption von Kohlehydraten, Fetten und Eiweißstoffen erfordert dabei ihren besonderen Mechanismus, eine Reihe von Hilfsfaktoren sind dabei beteiligt, Stoffe, über deren Funktionen (Hormone, Aporrhegmen usw.) die moderne Wissenschaft noch nicht vollkommen klar ist. Dabei kommt es auch wieder zum Aufbau der Gerüstsubstanzen des Körpers, bei welchen Eiweißstoffe im Tier-, Kohlehydrate im Pflanzenkörper hauptsächlich beteiligt sind. Eine wichtige, noch zu wenig gewürdigte Rolle spielen die Mineralstoffe, teils stofflich beim Aufbau organischer Komplexe, teils als Osmoregulatoren, wobei das eigenartige Moment der Notwendigkeit von Elektrolytkombinationen, eines bestimmten gegenseitigen Gleichgewichtes nicht leicht zu enträtseln ist. Die Formen des Abbaues, die gegenwärtig im Vordergrunde wissenschaftlicher Diskussion stehen, also die verschiedenartigen Formen der Gärungen und die oxybiotische Atmung schließen sich an die Funktion der Mineralstoffe an; sie führen zu den Endprodukten des Stoffwechsels, welche bei der Pflanze im Körper selbst deponiert bleiben wie die Alkaloide und zu diesem Zwecke unwirksam gemacht, in bezug auf ihre reaktionsfähigen Gruppen „verschlossen" werden müssen, um nicht wieder in Reaktion treten zu können, beim Tier ausgestoßen werden. Die Nahrung geht haupt-

sächlich als Energieträger in den Organismus ein, durch ihren Abbau wird die mit ihr verknüpfte Energie frei und verläßt den Körper in verschiedener Form, als Wärme, als mechanische Arbeit, als Licht, Elektrizität usw., nachdem sie innerhalb des Organismus als chemische Energie oder nach Umwandlung in andere Energieformen Arbeit geleistet hat. Der Stoff verläßt den Körper entweder in der einfachsten Form als Kohlendioxyd und Wasser oder in organischer Form als Harnstoff usw. oder endlich als Leiche des betreffenden Tieres oder der Pflanze; die letzteren Formen sind direkt für die grüne Pflanze nicht wie Kohlendioxyd und Wasser auswertbar, Mikroorganismen greifen vermittelnd ein und bilden in Gärung, Fäulnis und Verwesung jene anorganischen Endprodukte daraus, in welchen die Materie wieder in den Kreislauf des Lebens zurückkehrt. Der Kreislauf jedes einzelnen Elementes ist dann noch kurz besprochen und das Gesamtbild des Kreislaufes konstruiert. Einen breiten Raum nimmt die Pathologie des tierischen und pflanzlichen Stoffwechsels ein, gewissermaßen das biochemische Experiment, welches die Natur selbst angestellt hat; die Störungen im Eiweiß- und Kohlehydratstoffwechsel, der Hungerstoffwechsel, Enzymverschiebungen, Giftwirkung und Entgiftung, Wirkung der Toxine, die merkwürdigen Tatsachen der Immunochemie und Anaphylaxie werden erörtert, und daran schließen sich die Ausführungen über die chemische Beeinflussung der Organismen durcheinander. Den Schluß bildet der Versuch, die Tatsachen der Biochemie für die chemische Artverwandtschaft der Organismen, als Stütze phylogenetischer Studien auszuwerten. Die modernsten Fragen der Biochemie, die mechanische Erklärung der Befruchtungs- und Fortpflanzungsvorgänge, die Möglichkeit einer künstlichen Erzeugung von Lebewesen, werden gewissermaßen als Resultat der biochemischen Forschung erörtert und schließlich das Leben biochemisch als Etappe des Stoff- und Energiekreislaufes definiert.

Autoreferat.

Spemann, H., Zur Entwicklung des Wirbeltierauges. In: Zool. Jahrb., Allg. Zool. Bd. 32, Seite 1 bis 98. 1912.

Zunächst wird die Operationstechnik eingehend besprochen. Als Versuchsobjekte dienten Rana fusca und esculenta, Bombinator pachypus und Triton taeniatus. Entfernt man beim Wasserfrosch die Anlagen der Augen zu einer Zeit, wo diese noch in der Medullarplatte enthalten sind, so bilden sich doch die normalen oder primären Linsenbildungszellen zu einem Linsenbläschen mit verdickter innerer Wand um. Daraus folgt, daß ein auslösender und differenzierender Einfluß des Augenbechers nicht nötig ist, um bei dieser Art die Linsenbildung zu ermöglichen. Anders liegen die Verhältnisse beim Grasfrosch. Doch ist noch nicht sicher zu entscheiden, ob diese Formen ganz unfähig sind, ohne den Einfluß des Augenbechers eine Linse zu bilden. Für Bombinator pachypus konnte Verfasser wahrscheinlich machen, daß auch hier bestimmt lokalisierte, primäre Linsenbildungszellen vorhanden sind, daß diese jedoch nicht in Aktion treten, wenn sie nicht vom Augenbecher hierzu den Anstoß erhalten. Ein kleiner Augenbecher bewirkt auch die Bildung einer kleinen Linse. Die Ergebnisse dieser und ähnlicher Forschungen anderer Autoren belehren uns, daß die Fähigkeit, ohne Augenbecher eine Linse zu bilden, bei den Embryonen verschiedener Arten von Wirbeltieren sehr verschieden entwickelt ist. Verfasser ist der Ansicht, daß das differente Verhalten darauf zurückzuführen ist, daß die allen Arten in gleicher Weise zukommenden prädestinierten Linsenbildungszellen bei ihrer Entwicklung in verschiedenem Maße der Mitwirkung des Augenbechers bedürfen.

Bei einer zweiten Serie von Experimenten wurde nicht die Augenanlage, sondern die Augenblase entfernt. Auch bei diesen Defektversuchen auf vorgeschrittenem Stadium nahm der Wasserfrosch allen anderen bisher untersuchten Formen gegenüber insofern eine Sonderstellung ein, als bei ihm allein die Linsenbildung in jeder Phase vollständig unabhängig ist von einem Einfluß von seiten des Augenbechers. Bei allen anderen bedürfen die Linsenbildungszellen nicht nur des Anstoßes von seiten der Augenblase — in verschiedenem Maße — sondern auch ihrer Einwirkung während der Entwicklung.

Weiter wurde die Wirkung des Augenbechers auf Rumpfhaut geprüft, die nach vorn transplantiert wurde. Das Ergebnis war negativ. Eine Linse wird nicht gebildet. Hieraus ist zu schließen, daß entweder der Augenbecher auf diesem Boden eine Linse nicht hervorrufen oder daß die Rumpfhaut keine bilden kann. Die nächste Versuchsreihe entscheidet für die zweite Möglichkeit. Es wurde ein Stück Kopfhaut abgehoben und umgedreht wieder eingeheilt, so daß die primären Linsenbildungszellen, die erst im vorderen Teil des Stückes lagen, jetzt hinter die Mitte zu liegen kommen. Bleibt ein kleines Stück aus der Kuppe der Augenblase an der Kopfhaut hängen, so daß es mit dieser umgedreht wird, so entwickelt sich daraus ein Augenfragment, das meist die Bildung einer Linse veranlaßt. Da diese Linse hinter der Mitte in genügender Entfernung von der stehengebliebenen Augenblase liegt, so gibt sie eine erwünschte Garantie dafür, daß die Umdrehung in der beabsichtigten Weise gelungen ist. Bei Rana esculenta vermag der Augenbecher an der ihm aufgeheilten Kopfhaut keine Linsenbildung hervorzurufen, während bei Bombinator eine Linse entsteht. Die Unfähigkeit der den Linsenbildungszellen benachbarten Bezirke (beim Wasserfrosch), auf einen Reiz des Augenbechers mit Linsenbildung zu antworten, ist auf die weitgehende Determinierung der Linsenbildungszellen zurückzuführen, die ihnen eine selbständige, unabhängige Entwicklung garantiert. Bei Bombinator dagegen ist mit der weniger ausgesprochenen Determinierung auch eine weniger scharfe lokale Abgrenzung verknüpft.

Die selbständige Entwicklungsfähigkeit der Linse bei dem Wasserfrosch und die Abhängigkeit dieses Vorganges von dem Augenbecher bei nah verwandten Formen zwingt zu der Annahme, daß auf einem Übergangsstadium beide Entwicklungsweisen im selben Individuum vereinigt waren, daß also die Linsenbildung doppelt gesichert war. Welcher Modus auch der primitivere gewesen sein mag, jedenfalls war der Übergang von einem zum andern kein sprunghafter, sondern er führte in stetigem Verlauf durch ein Stadium, in dem beide Entwicklungsweisen gemeinsam nach demselben Ziel hinarbeiteten. Um die theoretische Bedeutung dieser Vorgänge würdigen zu können, ist es vor allem nötig, wenn möglich zu entscheiden, ob der Einfluß des Augenbechers mechanischer Natur ist. Diese Möglichkeit wird vom Verfasser abgelehnt. Vor allem sprechen die Ergebnisse von *Le Cron* dagegen. Schaltete dieser auf verschiedenen Stadien den Augenbecher aus, so ging stets die Entwicklung noch ein wenig weiter, kam aber dann bald ins Stocken. Für jüngere Stadien kann man dies mit dem Ausbleiben des mechanischen Einflusses (Zugwirkung) erklären. Bei weiterer Differenzierung, nachdem das Linsenbläschen schon abgeschnürt ist, kann aber normal keine mechanische Einwirkung mehr in Anspruch genommen werden. Die Ausschaltung des Augenbechers auf diesem Stadium dürfte demnach auch kein Hindernis mehr sein für die Weiterentwicklung.

Die Experimente deuten jedoch darauf hin, daß mit dem Augenbecher ein spezifischer Reiz wegfällt. Bestätigt wird dies durch die ungestörte Entwicklung, die stattfindet, wenn die Linse vom Augenbecher völlig abgeschnitten, aber gleich wieder aufgeheilt wird. Auch die Bildung wohl differenzierter Linsen durch den Einfluß eines kleinen deformierten Retinafragments bei Bombinator läßt kaum an eine mechanische Einwirkung des Augenbechers denken.

Geht aber ein spezifischer Reiz vom Augenbecher aus, so fragt es sich, wie es kommt, daß heute beim Wasserfrosch die primären Linsenbildungszellen ein Gebilde ganz aus sich selbst entstehen lassen können, das bei anderen Formen in gleicher Ausbildung auch andere Zellen, jedoch nur unter dem Einfluß des Augenbechers zu bilden imstande sind. Verfasser neigt auch heute wie in einer früheren Arbeit dazu, in der Fähigkeit der primären Linsenbildungszellen eine Vererbung der Reizwirkung anzunehmen. Man hätte sich dann vorzustellen, daß ursprünglich der Augenbecher die Fähigkeit hatte, jede beliebige Stelle der Epidermis zur Linsenbildung anzuregen. Nun wurde aber normal bei jedem Individuum immer nur eine ganz bestimmte, und zwar stets dieselbe Stelle, von dem Einfluß des Augenbechers getroffen und zur Linsenbildung gezwungen. Dadurch konnte es kommen, daß schließlich dieser Zellkomplex seine Fähigkeiten so zu beherrschen begann, daß er mehr und mehr unabhängig wurde von dem Augenbecher, und zwar zunächst unabhängig von dem führenden und schließlich auch von dem auslösenden Einfluß desselben. Alle übrigen Teile der Epidermis dagegen mußten, da sie nie von dem Reiz des Augenbechers getroffen wurden, allmählich demselben gegenüber abstumpfen, d. h. sie verloren die Fähigkeit, ihn in der ursprünglichen Weise zu beantworten. So läßt sich auf Grund der Annahme, daß erworbene Fähigkeiten vererbbar sind, eine Erklärung für den verschiedenen Verlauf dieser Entwicklungsprozesse bei nah verwandten Formen finden.

Dr. Reinhard Demoll, Gießen.

Correns, C., Die neuen Vererbungsgesetze. Berlin 1912. Gebr. Borntraeger, Preis 2 M.

Am Eingange einer jeden neuen biologischen Epoche steht eine neue Idee eines großen originellen Forschers, die realisiert in einem Werke den Anstoß gibt für die weitere wissenschaftliche Arbeit dieser ganzen Epoche. Nachdem *Darwins* Entstehung der Arten in die Welt hinausgegangen war, wurde die Biologie dezennienlang ausschließlich unter dem Gesichtswinkel deszendenztheoretischer Betrachtungsweise betrieben. Die Glanzzeit des Darwinismus ist heute vorbei, diese Epoche der Biologie ist schon wieder historisch geworden, und der „moderne" Biologe kann sich schlechterdings nicht mehr die Begeisterung der Alten vorstellen, wie sie etwa in den achtziger Jahren herrschte. — Seit 1900, seit Wiederentdeckung der Mendelschen Regeln, haben wir eine neue biologische Epoche: das *Zeitalter der „experimentellen Vererbungslehre"*. Als *Gregor Mendels* jetzt weltberühmt gewordene Schrift — „Versuche über Pflanzenhybriden" — im Jahre 1866 erschien, kümmerte sich niemand um diese Publikation von 47 Druckseiten, welche die Anregung werden sollte für unsere heutige Epoche der experimentellen Vererbungsforschung. Die Zeit war dazu noch nicht reif. Erst nachdem *Correns, de Vries* und *Tschermak* etwa gleichzeitig die eigenartigen Gesetzmäßigkeiten wiederfanden, die *Gregor Mendel* fast vierzig Jahre vorher schon genau gekannt und beschrieben hatte, erst von diesem Augenblicke an setzte in allen Kulturländern eine überaus fruchtbare Arbeit ein.

Das vorliegende Buch von *Correns*, ursprünglich hervorgegangen aus einem Vortrage für Laien, bietet jetzt in zweiter Auflage ganz umgearbeitet eine kurzgefaßte klassische Einleitung in das neue Gebiet. Wir finden darin eine klare Darstellung der Spaltungsregeln, illustriert an Beispielen aus den eigenen grundlegenden Arbeiten; auch typische Beispiele über spaltende Merkmale beim Menschen sind herangezogen worden (Hyperdactylie). Wir werden orientiert über Monohybriden, Dihybriden und Polyhybriden, sowie über die Fortschritte der Vererbungswissenschaft seit *Mendels* Entdeckung. In leicht verständlicher Weise sind auch die interessanten scheinbaren Kreuzungsnova erklärt. Ferner werden kurz noch einige der wichtigsten Probleme angeschnitten, welche die neue Vererbungswissenschaft zurzeit beschäftigen. *Correns* weist dabei darauf hin, daß die Diskussion über die Frage nach der Konstanz von Bastarden, also nach Ausnahmen der Spaltungsgesetze, von nicht so großer Bedeutung ist, wie man wohl meist annimmt. „Die Sachlage sollte im allgemeinen so aufgefaßt werden, daß das Spalten der normale Vorgang ist, aber unter gewissen Bedingungen (durch einen „Hemmungsfaktor") unterbleiben kann." *Correns* schlägt dann für solche Pflanzen, bei denen „an ein und demselben Individuum ein Teil der Äste eine dem Individuum gleichende, also *konstante* Nachkommenschaft gibt, während der andere Teil der Äste eine ganz regelmäßig *spaltende* Nachkommenschaft geben kann," den Namen „amphoterogon" vor. Er illustriert diese wichtigen Tatsachen wiederum an seinem Mirabilis-Jalapa-Material, an den sogenannten Variegata-Sippen. *Correns* fand diese Erscheinungen auch an einer in seinen Kulturen aufgetretenen Variegata-Sippe der Urtica pilulifera, und er meint, daß sie „sich gewiß noch vielfach nachweisen lassen wird".

Einige Perspektiven auf die Anwendung der Vererbungsgesetze beim Menschen beschließen diese höchst anregende Schrift. *E. W. Schmidt, Marburg.*

Bragg, W. H., Studies in Radioactivity. 15×22 cm, VIII und 196 S. London 1912. Macmillan & Co., Preis geb. 5 sh.

Zu den vielen wichtigen Errungenschaften, die man der radioaktiven Forschung verdankt, gehört auch die Erkenntnis der Natur der Strahlen, die die radioaktiven Verwandlungen begleiten. Bekanntlich gibt es deren drei Arten, die α-, β- und γ-Strahlen. Die ersten zwei stellen elektrisch geladene Teilchen vor. Die α-Teilchen sind Heliumatome, die eine positive Ladung gleich der doppelten Ladung des elektrischen Elementarquantums tragen, und ihre von Element zu Element verschiedenen Anfangsgeschwindigkeiten betragen zwischen $^1/_{20}$ und $^1/_{15}$ der Lichtgeschwindigkeit. Alle zerfallenden Atome desselben radioaktiven Elements geben aber α-Teilchen von genau der gleichen Geschwindigkeit. Die Teilchen der β-Strahlen sind nichts anderes als freie negative Elementarladungen, sog. Elektronen, und unterscheiden sich von den Kathodenstrahlen nur durch ihre größere Geschwindigkeit, die für die untersuchten Strahlen zwischen der halben und sehr nahe der ganzen Lichtgeschwindigkeit liegt. Über die Natur der γ-Strahlen wird noch weiter die Rede sein.

Alle diese Strahlen besitzen die Fähigkeit, alle Arten der Materie zu durchdringen. Man gelangt zu der Ansicht, daß sie dabei nicht nur in den freien Räumen zwischen den Atomen sich bewegen, sondern auch die Atome selbst zu durchqueren imstande sind. Dadurch gewinnt die Untersuchung des Verhaltens dieser Strahlen bei ihrem Durchgang durch die Materie ein sehr hohes Interesse, weil man hoffen kann, durch sie den Bau der Atome zu durchschauen.

Auf diesem Gebiet hat sich der Verfasser des vorliegenden Buches große Verdienste erworben, und man wird ihm dankbar sein, daß er seine zahlreichen Untersuchungen hier zusammengestellt hat. Das Buch trägt zum Teil ein persönliches Gepräge, enthält aber außer den eigenen Forschungen des Verfassers auch die vieler anderer; es wird dadurch zu einer, wenn auch nicht erschöpfenden, so doch die wichtigsten Punkte berücksichtigenden Darstellung unserer Kenntnisse über das Verhalten der Strahlen radioaktiver Substanzen bei ihrem Durchgang durch Materie.

Die ersten Kapitel sind den Reichweiten und den Ionisierungskurven der α-Strahlen gewidmet. Dann folgt die Besprechung des Hemmungsvermögens der verschiedenen Substanzen gegenüber α-Strahlen, der Ionisationswirkung dieser Strahlen in verschiedenen Gasen und der sog. anfänglichen Wiedervereinigung von Ionen beim Ionisieren durch α-Strahlen. Die nächsten Kapitel behandeln das Verhalten der β-Strahlen bei ihrem Durchgang durch Materie, und zwar die Zerstreuung und den Geschwindigkeitsverlust, den sie dabei erleiden; auch der allgemeine Fall der Absorption der β-Strahlen wird diskutiert. Die übrigen Kapitel sind den Röntgen- und γ-Strahlen gewidmet. Es werden die allgemeinen Eigenschaften dieser Strahlen besprochen, die Bildung der sekundären β-Strahlen durch diese, die Energie der Strahlen, die Ionisation, die sie hervorrufen, ihre Zerstreuung, und das Buch schließt mit einer allgemeinen Diskussion über ihre Natur.

Einige Fragen, die das Buch behandelt, seien hier kurz besprochen. Der Verfasser hat das Verdienst, als erster gezeigt zu haben, daß die α-Strahlen der verschiedenen radioaktiven Elemente von einer Substanz nur eine ganz bestimmte Dicke zu durchqueren vermögen, hinter welcher sie durch kein Mittel nachzuweisen sind. Man nennt diese Dicke die Reichweite der betreffenden Strahlen in der gegebenen Substanz. Sie wird gewöhnlich angegeben für Luft von 15° und 760 mm und liegt für die bekannten Strahlen zwischen 2,5 cm und 8,6 cm. Die Reichweite der α-Strahlen ist so charakteristisch für das Element, das sie emittiert, daß ihre Bestimmung oft zur Erkennung des Elementes ausreicht, und das Auffinden von α-Strahlen mit einer neuen Reichweite hält man für ein genügendes Kriterium für die Existenz eines neuen Elementes.

Wenn ein Schwarm von α-Teilchen durch Substanzdicken geht, die kleiner sind als die entsprechende Reichweite, so bleibt die Zahl der Teilchen unvermindert. Sie erleiden aber zwei Änderungen: ihre Geschwindigkeit wird verkleinert, sie werden gehemmt, und sie werden von ihrer geradlinigen Bahn abgelenkt, ein paralleles Bündel wird zerstreut. Im hohen Maße trifft letzteres erst am Ende der Bahn zu, wo die Teilchen schon einen gewissen Teil ihrer Geschwindigkeit eingebüßt haben. Diese zwei Faktoren genügen, um das Verhalten der α-Strahlen bei ihrem Durchgang durch die Materie zu beschreiben. Vergleicht man das Hemmungsvermögen, das die verschiedenen Substanzen gegenüber den α-Strahlen zeigen, so findet man, daß es sich additiv aus der Wirkung der sie aufbauenden Atome (ganz unabhängig von physikalischen oder chemischen Eigenschaften) zusammensetzt. Dasselbe betrifft die Wirkungen der Materie auf β- und γ-Strahlen. *Bragg* fand dabei, daß die Wirkung der verschiedenen Atome im Falle der α-Strahlen proportional der Quadratwurzel aus ihrem Atomgewicht ist.

Die Vorgänge beim Durchgang der β-Strahlen durch Materie sind nicht so einfach. Zu der Geschwindigkeitsverminderung und der starken Zerstreuung kommt hier noch eine Verkleinerung der Zahl, vollständige Bremsung hinzu. Diese drei Faktoren sind aber noch nicht genügend untersucht, um zu erlauben, das Verhalten eines β-Strahlenbündels bei seinem Durchgang durch eine Substanzschicht rechnerisch zu verfolgen.

Im Falle der γ- und der von diesen sich wohl nur in quantitativer Hinsicht unterscheidenden Röntgenstrahlen waren noch vor kurzem über ihre Natur die Ansichten geteilt. Eine der verbreitetsten Theorien sieht in ihnen elektromagnetische Impulse im Äther, die durch rasche Geschwindigkeitsänderungen der β- oder Kathodenstrahlen erzeugt werden. Ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit müßte gleich der des Lichtes sein. Sie würden auf Grund dieser Auffassung außerordentlich kurzwelligem Lichte (Wellenlänge 10^{-9} cm) zu vergleichen sein, von dem sie sich aber für gewöhnlich durch ihren nichtperiodischen Charakter unterscheiden würden. Der Verfasser verteidigt eine andere von ihm aufgestellte Theorie. Nach dieser sollen diese Strahlen so wie α- und β-Strahlen auch korpuskular gebaut sein, und zwar aus Teilchen bestehen, die ein durch eine positive Ladung neutralisiertes Elektron darstellen. Der Verfasser hält seine Auffassung als besonders geeignet, um die große gegenseitige Umwandlungsfähigkeit der Kathoden- bzw. β-Strahlen in Röntgen- bzw. γ-Strahlen und umgekehrt, welche sie beim Auftreffen auf Materie erleiden, zu erklären. Die neuesten Untersuchungen, durch die sowohl die Beugung wie die Reflexion der Röntgenstrahlen nachgewiesen wurde, scheinen aber endgültig die Impulstheorie bewiesen zu haben, während sie mit der Braggschen Auffassung unvereinbar sind. Dies muß beim Lesen der entsprechenden Kapitel des Buches, welche sonst sehr viel interessante und wichtige Tatsachen enthalten, berücksichtigt werden.

Es sei noch hervorgehoben, daß das Buch beim Leser die Kenntnis der Grundlagen der Radioaktivität und Elektronik voraussetzt. *K. Fajans.*

Kleine Mitteilungen.

Eine neue ***universelle Naturkonstante,*** welche Beziehungen zwischen der *Molekularanziehung* (Kohäsion), der *Schwere* und der *chemischen Affinität* herstellt, ist von *A. P. Mathews* abgeleitet worden. Unter der Voraussetzung, daß die molekulare Anziehung mit der vierten Potenz der Entfernung zwischen den Attraktionszentren abnimmt, findet er für das Glied a/v^2, welches in der von der Waalsschen Zustandsgleichung die Molekularanziehung darstellt, die Form $N^2 M^2 K/v^2$. Hierin bedeutet N die Anzahl der im Volumen v enthaltenen Moleküle, M die bezüglich der Anziehung wirksame Masse einer Molekel und K eine Konstante. Mit Hilfe der Formel von *Eötvös* über die Energie der Oberflächenspannung ergibt sich

$$M^2K = 9{,}045 \times 10^{-16}\ (T_k - 6),$$

wo T_k die kritische Temperatur bedeutet. Für eine große Anzahl von Substanzen hat sich nun berechnen lassen, daß diese Größe $M^2 K$ annähernd gleich ist der Potenz $^2/_3$ des Produktes aus dem Molekulargewicht M_g und der Zahl der Valenzen V der Substanz, multipliziert mit der Konstanten $2{,}97 \times 10^{-37}$, so z. B.

für:	M_g	V	$M^2K/(M_g \times V)^{2/3}$
Äthyläther . . .	74	28	$2{,}92 \times 10^{-37}$
Benzol	78	30	$2{,}93 \times 10^{-37}$
Helium	4	1	$2{,}90 \times 10^{-37}$
Sauerstoff	32	2	$2{,}88 \times 10^{-37}$
Argon.	39,9	1	$3{,}10 \times 10^{-37}$

Wesentliche Abweichungen von dem Mittel der Konstanten $2{,}97 \times 10^{-37}$ ergeben sich für assoziierende Substanzen, wie Methylalkohol, bei denen wegen der Asso-

ziation der Moleküle ein höheres mittleres Atomgewicht und eine höhere Valenzzahl anzunehmen ist. Für normale Substanzen gibt diese Beziehung zwischen Kohäsion, Gravitation und Affinität ein Mittel mit Hilfe der kritischen Daten, *die Anzahl ihrer Valenzen zu berechnen*. Da ferner die molekulare Anziehung von dem Produkt des Molekulargewichtes und der Valenzzahl abhängt, so ergibt sich für die Elektronentheorie, daß die Elektronen der Atome und die der Valenzen verschieden sind und nicht zu einander addiert werden dürfen. *(Science, 36,* 92, 1912.) *Mk.*

In Heft 2 dieser Zeitschrift wurde über die von *Tammann* gegebene Erklärung berichtet, nach der die Plastizität der Metalle durch die Gleitflächen der in ihnen vorhandenen Kristalle bedingt ist. Daher darf eine Arbeit von *F. Robin* über die ***Kristallisation beim Anlassen von harten Metallen*** Aufmerksamkeit erwecken. *Robin* hat handelsmäßige Metallbleche auf verschiedene Temperaturen erhitzt und das Anwachsen der Korngröße in ihnen mit steigender Temperatur gemessen. So fand er die Korngröße (Seite eines Quadrates, welche der Fläche des am größten gefundenen Kornes gleich ist) für 0,4 mm starkes Zinnblech bei 45° zu 0,3—0,7 mm und bei 220° zu 3 mm, für 0,45 mm dickes Aluminiumblech bei 250° zu 0,2—0,35 mm und bei 550° zu 0,3—0,4 mm, sowie für 0,3 mm starkes Kupferblech bei 400° zu 0,01 mm, bei 900° aber zu 0,4 mm. Nicht immer erhält man jedoch bei den höchsten Temperaturen die größten Kristalle. Manchmal erreichen diese schon bei niedrigeren Temperaturen ihr Maximum. Durch Unreinigkeiten wird die Korngröße verringert. In dieser Hinsicht haben Aluminium und Magnesium die größte Wirkung auf Zinn, Blei und Zink. Auf die Korngröße des Zinns wirken nach der Größe ihres Einflusses in steigender Rehtung geordnet: Sb, Bi, Pb, Hg, Zn, Cu, Al, Mg. — Die von Stahltechnikern gemachte Beobachtung, daß ein beim Bearbeiten über seine Elastizitätsgrenze hinaus beanspruchter Stahl durch Anlassen grobe Kristallstruktur erhält, die ihn brüchig macht, veranlaßte *Robin* zur Untersuchung des Einflusses, den eine lokale Deformation durch Schneiden, Biegen oder Durchlochen eines Metalls beim nachherigen Anlassen ausübt. Er fand, daß die deformierte Stelle über ihren eigentlichen Bereich hinaus eine *Fernwirkung* ausübt, indem sich in den anliegenden Gebieten Kristalle von ungewöhnlicher Größe ausbilden. Diese Kristalle sind um so größer, je höher die Anlaßtemperatur ist, und sie dehnen sich mit deren Steigerung auf eine um so größere Entfernung von der deformierten Stelle aus. Wurden Bleche von 0,4 mm Dicke gebogen, so betrug die Breite der hierdurch deformierten Zone ca. 1 mm. Beim Anlassen wuchs aber Größe der Kristalle und Strecke ihrer Ausbreitung beim Zinn von 0,6 und 0,7 mm bei 60° auf 3,5 und 12 mm bei 125°; beim Zink von 0,2 und 1 mm bei 160°, auf 3 und 8 mm bei 400°; beim Aluminium von 0,2 und 0,4 mm bei 350°, auf 3,5 und 10 mm bei 550°, und während bei 600° für Kupfer die Korngröße 0,1 mm betrug und die Ausbreitungsstrecke 0,5 mm, war bei 1000° die Korngröße 0,8 mm und die Ausbreitungsstrecke 7 mm. Diese Erscheinungen sind *für die Industrie überaus wichtig*, da außerordentlich viele Produkte aus Metallblechen durch Biegen, Durchlochen usw. mit darauffolgendem Anlassen hergestellt werden. Um den dadurch herbeigeführten Mängeln zu begegnen, kann man beim Eisen Erhitzen auf 900° anwenden; bei den übrigen Metallen kann die Hinzufügung anderer Elemente helfen. *(Comptes Rendus 155,* 598 u. 716, 1912.) *Mk.*

Der ***Moschusochse*** ist jetzt ganz auf die arktischen Gebiete Nordamerikas beschränkt. Im Quartär war er dagegen weit über Europa und Nordasien verbreitet. Hier reichte er fast bis zum Baikalsee, dort bis zur oberen Donau, dem Bodensee und der Dordogne südwärts. An nicht weniger als 81 Fundorten sind Reste von ihm aufgedeckt worden, darunter ein Moschusochse mit Haut und Haaren auf der Gr.-Ljachow-Insel (Neusibirische Inseln), ferner 55 Schädel und Schädelfragmente, 15 einzelne Hornscheiden, 5 Unterkiefer, 14 Wirbel und mehrere Hundert Zähne, Extremität- und sonstige Knochen, also ein recht reiches fossiles Material. Es ergibt sich aus ihm *(R. Kowarzik, Denkschriften der Math.-Naturw. Klasse der K. Akad. f. Wissenschaften, Wien. 1912. LXXXVII.,* S. 505—566) folgendes: „Der Moschusochse hat zur Tertiärzeit die Polargegenden bewohnt. Am Schlusse dieser Epoche zwang ihn die bedeutende Verschlechterung des Klimas, seine Wohnsitze zu verlassen. Er wich den herannahenden Eismassen nach Süden und nach Südwesten aus. Auf ersterem Wege gelangte er nach England und Europa. Durch den Wechsel des Klimas verzögerte sich zeitweise diese Wanderung, sie kam auch zum Stillstand, ja sie bewegte sich vielleicht sogar wieder in verkehrter Richtung nach Norden. Am Ende der Haupteiszeit war der diluviale Moschusochse bis tief nach Süden verbreitet und erreichte seine südlichsten Standorte. Nach der Haupteiszeit wandelte sich der bisherige Typus Ovibos fossilis Rütimeyer (= Praevibos priscus nov. gen. et nov. spec. Staudinger) um. Es entstand der Typus Ovibos mackenzianus Kow. Dieser wich wiederum langsam nach Norden und Nordosten zurück, da ihm das Klima zu heiß wurde. Die nach England gelangten Exemplare fanden den weiteren Weg nach den Polarländern verschlossen, da mittlerweile die England-Polarlandbrücke verschwunden war. Sie gingen zugrunde. Die nordostwärts ziehenden Herden gelangten jedoch über Rußland, Sibirien und die Beringstraße nach Nordamerika, wo der Typus noch heute als Ovibos mackenzianus Kow. westlich der großen Wasserscheide zwischen Atlantischem Ozean und dem Nördlichen Eismeer lebt. Die anderen Typen des Moschusochsen, die Nordamerika, die Polarinseln und Grönland bewohnen, haben eine andere Stammesgeschichte."

Th. Arldt, Radeberg.

Die ersten fossilen Reste von Schildkröten aus dem Kongogebiet *(L. Dollo, Bull. de l'Académie royale de Belgique. Classe des Sciences. 1912.* 2 pp.) sind zwar nur Fragmente, aber doch sehr charakteristisch. Man hat sie in untereozänen Schichten der Kabindaenklave gefunden, und sie gehören der noch heute lebenden Gattung Podocnemis an, die sich heute nur noch in Südamerika und auf Madagaskar findet. Man wußte nun schon früher, daß sie vom Obereozän bis zum Untermiozän auf dem afrikanischen Festlande lebte, da man aus diesen Formationen fossile Reste von ihr aus Ägypten kannte. Im Untereozän hatte sie sich sogar bis England verbreitet. Im eigentlich äthiopischen Gebiete ist aber die neue Art P. congolensis der erste bisher bekannt gewordene Fund, der auch darum besonderes Interesse verdient, als er geologisch noch älter ist als die untereozäne Podocnemisart von England und somit das Alter der Gattung noch weiter als bisher hinaufrückt. Nach ihrem Bau, besonders nach ihrem vollständig verknöcherten und abgeflachten Panzer, war auch diese älteste Art schon ein Flußbewohner, wie ihre heutigen Verwandten. Das Tier mag etwa 90 cm Länge erreicht haben. *Th. Arldt, Radeberg.*

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner,* Berlin W. 9.